This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

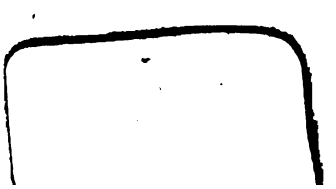
+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

3 3433 06272222 2



1-5
2l,292p.

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS.

Mittheilungen

aus den

Königlichen technischen Versuchsanstalten

zu

Berlin.

Herausgegeben

im Auftrage

der Königlichen Aufsichts-Kommission.

NEW YORK
PUBLIC
LIBRARY

Siebzehnter Jahrgang:

1899.

Mit drei Tafeln und Abbildungen im Text.

Berlin.
Verlag von Julius Springer.
1899.

A,1.

VA

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
228236
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS
R 1901 L

THE NEW YORK
PUBLIC
LIBRARY

Inhalts-Verzeichniß.

Seite

Bekanntmachungen . . . . . 1. 206. 209. 253.

Erklärung 1

Bericht über die Thätigkeit der Königlichen technischen Versuchsanstalten im Etatsjahre 1898/99 253

Ueber die Mikrophotographie im auffallenden Licht und über die mikrophotographischen Einrichtungen der Königlichen mechanisch-technischen Versuchsanstalt in Charlottenburg. Vom Direktor Professor A. Martens und Ingenieur E. Heyn 73

Prüfung von Gummischläuchen für Dampfheizungskupplungen an Eisenbahnwagen. Vom stellvertretenden Direktor und Abtheilungsvorsteher Professor M. Rudeloff 108

Der heutige Stand der Holzuntersuchungen und die Vereinheitlichung der Prüfungsverfahren. Vom stellvertretenden Direktor und Abtheilungsvorsteher Professor M. Rudeloff 180

Untersuchungen über den Einfluß des Blauwerdens auf die Festigkeit von Kiefernholz. Theil II. Vom stellvertretenden Direktor und Abtheilungsvorsteher Professor M. Rudeloff 209

Prüfung von Schornsteinmauerwerk. Vom Abtheilungsvorsteher M. Gary 3

Probebelastung von Decken. Vom Abtheilungsvorsteher M. Gary 115

Ziegelprüfungen in den Betriebsjahren 1895—1897. Vom Abtheilungsvorsteher M. Gary 121

Kleine Mittheilungen. Vom Abtheilungsvorsteher M. Gary.

Ungeeignete Ziegel im Bau 44

Treibwirkungen in einer Kunststeinmasse 49

Ostafrikanische Gesteine 53

Normalpapiere. Vom Abtheilungsvorsteher W. Herzberg 23

Normalpapiere. Vom Abtheilungsvorsteher W. Herzberg 240

Die Schäfferschen Papierversuche. Vom Abtheilungsvorsteher W. Herzberg 251

Falzverlust und Widerstand gegen Zerknittern und Reiben. Vom Abtheilungsvorsteher W. Herzberg . . 269

Einfluß des Bedruckens auf die Festigkeitseigenschaften von Papier. Vom Abtheilungsvorsteher W. Herzberg 274

Kleine Mittheilungen. Vom Abtheilungsvorsteher W. Herzberg.

Einfluß höherer Wärmegrade auf die Festigkeitseigenschaften von Papier 54

Widerstand gegen Zerknittern 57

Packpapierprüfung 60

Lieferung nach Probe 119

Manila-Packpapier 119

Die neuen Anleitungen zur Untersuchung der Mineralöle und des Ceresins für die zollamtliche Abfertigung. Vom Abtheilungsvorsteher Dr. D. Holde 35

Die neuen Anleitungen zur Untersuchung der Mineralöle und des Ceresins für die zollamtliche Abfertigung. Fortsetzung. Vom Abtheilungsvorsteher Dr. D. Holde 103
Kleine Mittheilungen. Vom Abtheilungsvorsteher Dr. D. Holde.
Die Bestimmung des Flüssigkeitsgrades nach Engler 62
Vorschläge für einheitliche Angaben und Prüfung des specifischen Gewichtes von Schmierölen 66
Vorschläge für eine einheitliche Benennung der leichtsiedenden Theile des Rohpetroleums . . 67
Die Feuergefährlichkeit von Petroleumbenzinen und Putzölen 68
Ueber die Feststellung der Temperatur, bei der Ceresin und Paraffin ihren Aggregatzustand ändern. Vom Direktor, Geheimen Bergrath, Professor Dr. Finkener 100
Linoleum. Vom ständigen Mitarbeiter H. Burchartz 285
Ergänzungshefte der „Mittheilungen“ 292

Mittheilungen
aus den
Königlichen technischen Versuchsanstalten
zu Berlin.

Herausgegeben im Auftrage
der Königlichen Aufsichts-Kommission.

XVII. Jahrgang. **1899.** Erstes und zweites Heft.

1. Bekanntmachung.

Die Herren Minister für Handel und Gewerbe, für öffentliche Arbeiten und der geistlichen, Unterrichts- und Medizinal-Angelegenheiten haben mittelst Erlasses vom 17. Februar 1899

A. 415 M. f. H.

III. 895 / I. D. 915 M. d. ö. A.

U. I. 20218 T. M. d. g. A.

für den aus dem Staatsdienste geschiedenen Königlichen Geheimen Regierungsrath Dr. Fuhrmann den Königlichen Gewerberath Herrn Schulze zum Mitgliede der unterzeichneten Kommission ernannt.

Berlin, den 23. Februar 1899.

Königliche Kommission
zur Beaufsichtigung der technischen Versuchsanstalten.
gez. Schultz.

2. Erklärung.

In einer Fachzeitung wurde kürzlich[1]) eine Bemerkung von Lewkowitsch[2]) über die Oelprüfungsmethoden der Königlichen mechanisch-technischen Versuchsanstalt nachfolgenden Inhalts citirt:

„Ob die Originalmethoden der Anstalt stets die einfachsten sind, mag in vielen Fällen eine müßige Frage sein, da sie gewissermaßen mit dem Stempel der Amtlichkeit versehen sind und in Lieferungsbedingungen für Eisenbahn-Schmieröle vorgeschrieben werden. Doch ist denselben eine unnöthige Schwerfälligkeit nicht abzusprechen."

Der erste Theil vorstehenden Urtheils wurde bereits vor längerer Zeit von Holde[3]) mit folgender Bemerkung richtig gestellt.

[1]) Treumann, Ztschr. f. öffentl. Chemie 1898, S. 866.
[2]) Jahrbuch der Chemie von R. Meyer 1898, S. 381.
[3]) Chem. Revue 1898, S. 207.

„Wenn Lewkowitsch ohne Einschränkung meint, daß die Methoden der Charlottenburger Versuchsanstalt, mit amtlichem Stempel versehen, den Lieferungsbedingungen der Eisenbahnverwaltungen zu Grunde gelegt sind, so ist er über den Inhalt dieser Bedingungen und über die Entstehung derselben offenbar nicht genau orientirt."

Die in den Lieferungsbedingungen der Bahnverwaltungen vorgeschriebenen Verfahren der Oelprüfung sind nicht Originalverfahren der Versuchsanstalt; sie sind vielmehr z. Th. ganz unabhängig von letzteren z. Th. unter Hinzuziehung der Erfahrungen der Versuchsanstalt festgesetzt worden.

Es würde müßig sein, das Urtheil von Lewkowitsch weiter zu verfolgen, wenn nicht, wie eingangs gezeigt, derartige flüchtig hingeworfene Urtheile kritiklos weiter verbreitet würden.

Um einer solchen Verbreitung jede Spitze zu nehmen, hat die Versuchsanstalt Anfang Januar d. Js. bei Herrn Dr. J. Lewkowitsch angefragt, in welchem Verfahren der Versuchsanstalt er „unnöthige Schwerfälligkeiten" erblicke und in welcher Weise nach seiner Meinung die letzteren zu beseitigen wären. Hierauf bezeichnete der Genannte die Kälteprobe[1]) und Flammpunktsprüfung[2]) als die mit unnöthigen Schwerfälligkeiten behafteten Methoden und empfahl statt dieser die entsprechenden in seiner „Chemical Analysis of Oils, Fats and Wachses" 1898 beschriebenen entsprechenden Verfahren. Gleichzeitig gab er zu, daß sein bereits von Holde gerügtes Urtheil über die Charlottenburger Prüfungsverfahren nach Lage der Dinge nicht zutreffend gewesen sei.

Die von Lewkowitsch empfohlenen Verfahren der Flammpunktsbestimmung im geschlossenen[3]) und offenen[4]) Prober sind nun aber keineswegs einfacher als die entsprechenden Verfahren der Versuchsanstalt. Bei dem von ihm befürworteten ganz alten und allerdings einfacheren Verfahren der Kälteprüfung[5]) ist weder auf die Zeitdauer der Abkühlung des Oeles noch auf die Veränderung des Kältepunktes durch Wärmeschwankungen im Oel vor dem Versuch Rücksicht genommen. Das Verfahren ist daher so unzuverlässig, daß es bereits seit Jahren von der überwiegenden Mehrzahl der mit den Schmierölprüfungen beschäftigten Kreise verlassen und durch das jetzige auch in der Charlottenburger Anstalt benutzte U-rohr oder das Reagensglasverfahren ersetzt worden ist.

Herr Dr. Lewkowitsch wurde nunmehr nach Hinweis auf vorstehenden Sachverhalt durch die Anstalt nochmals aufgefordert, anzugeben, in welchen Punkten der von ihm bezeichneten Verfahren er eine „unnöthige Schwerfälligkeit" erblicke, ist aber trotz mehrfach wiederholter Aufforderung die Anwort auf diese Frage bisher schuldig geblieben.

A. Martens.

---

[1]) Holde „Untersuchung der Schmiermittel" ꝛc. 1897, S. 71.
[2]) Ebendaselbst, S. 193.
[3]) Chemical Analysis of Oils, Fats and Wachses 1898, S. 716.
[4]) Ebendaselbst, S. 706.
[5]) „ „ 713.

3. Prüfung von Schornsteinmauerwerk.

Vom Abtheilungsvorsteher, Ingenieur M. Gary.

Veranlassung zu der vorliegenden Prüfung gab der Umstand, daß nach den neuesten Erlassen des Handelsministeriums, betreffend die Genehmigung der Dampfkessel,[1]) auch die projektirten Schornsteine einer Prüfung auf ihre Standsicherheit unterzogen werden müssen. Da seitens der Baubehörden hierbei häufig verschiedene Auffassungen über die zulässige Grenze der Materialbeanspruchung zu Tage treten, so beabsichtigten die Antragsteller, die Herren J. Ferbeck & Co. zu Forst bei Aachen, Specialisten für den Schornsteinbau, die in ihrem Werk hergestellten radialen Thonformsteine in Verbindung mit Mörtel nach verschiedenen Richtungen hin prüfen zu lassen, wobei namentlich auch der Vergleich der gelochten und ungelochten Steine beabsichtigt war, obgleich Vollsteine von den Antragstellern zu Schornsteinbauten nicht verwendet werden.

Die Absicht ging dahin, prüfen zu lassen:

1. Druckfestigkeit, Wasseraufnahmefähigkeit, Witterungs- und Säurebeständigkeit des einzelnen Steines;
2. Widerstandsfähigkeit der Mörtelfuge;
3. Zugfestigkeit des Mörtels, wenn der Zug in lothrechter Richtung im Schornstein auftritt, z. B. bei Sturm auf der Windseite des Kamins;
4. Widerstandsfähigkeit der Vertikalfugen gegen Ringspannungen bezw. gegen seitlich wirkende Zugkräfte.

Im Anschlusse hieran sollte sich die Untersuchung noch auf die Feststellung des Raumgewichtes des fertigen Mauerwerkes erstrecken.

In dem aufzustellenden Arbeitsplan mußte auf die Wünsche der Antragsteller, die Ausführungsmöglichkeit der Versuche, insbesondere auch auf die Abmessungen der zur Verfügung stehenden Prüfungsmaschinen Rücksicht genommen werden, die für die Gestaltung der benutzten Probekörper ausschlaggebend gewesen sind.

Die Versuchsanstalt hatte allerdings den dringenden Wunsch, im wissenschaftlichen Interesse die Versuche weiter auszudehnen als der Prüfungsantrag vorsah, mangels ausreichender Räumlichkeiten und Arbeitskräfte mußte indessen vorläufig hiervon Abstand genommen werden. Weiter unten wird ausgeführt werden, welche Versuche besonders wünschenswerth erscheinen und für später in Aussicht genommen sind.

Arbeitsplan.

Auf Grund der Vorverhandlungen mit den Antragstellern wurde folgender Arbeitsplan für die Untersuchungen vereinbart:

---

[1]) Anmerkung: Erlaß des Ministers für Handel und Gewerbe vom 25. März, 18. Mai und 28. November 1897 betreffend den Umfang der technischen Vorprüfung bei Anlegung von Dampfkesseln.

Abs. 7: Bei der Prüfung des Projektes in bau-, feuer- und gesundheitspolizeilicher Hinsicht sind die Bestimmungen der Baupolizeiordnung besonders zu berücksichtigen. Etwaige statische Berechnungen (§ 10 Abs. IV. Ziffer 5 der Anweisung) sind nachzuprüfen.

I. Gelochte Kaminsteine.

1. Specifisches Gewicht, Raumgewicht, Dichtigkeitsgrad, Gefügebeschaffenheit;
2. Wasseraufnahme;
3. Frostbeständigkeit;
4. Gehalt an löslichen Salzen;
5. Säurebeständigkeit;
6. Druckfestigkeit der Steine
   - α. im trockenen Zustande,
   - β. im wassersatten Zustande,
   - γ. nach 25 maligem Gefrieren;
7. Widerstandsfähigkeit der Mörtelfuge gegen Druck für verschiedene Dicken der Fuge nach 28tägiger Erhärtung des Mörtels an der Luft;
8. Haftfestigkeit des Mörtels am Stein nach 3, 28 und 90tägiger Erhärtung des Mörtels an der Luft;
9. Widerstandsfähigkeit der Mauerwerksfuge gegen Beanspruchung durch Verschieben in der Richtung der Lagerfuge für 28 und 90 Tage alte Probekörper;
10. Widerstandsfähigkeit des Mauerwerks gegen Beanspruchung auf Zerbrechen in der Richtung der Stoßfuge für 28 und 90 Tage alte Probekörper;
11. Raumgewicht von 1 cbm Mauerwerk.

II. Radiale Vollsteine

desselben Formates und Brandes, aus demselben Material wie die Lochsteine hergestellt.

Auszuführen sind die Prüfungen unter 1, 2, 6, 9 und 10.

Nachträglich hat noch, so weit das vorhandene Probematerial reichte, eine Erweiterung der Versuche stattgefunden, und zwar wurde die Widerstandsfähigkeit der Mauerwerksfuge gegen Schub (Reihe 9) noch an den übrig bleibenden, aus 3 Schichten bestehenden Körpern (Fig. 4) bestimmt, nachdem diese bis zu 250 Tagen Alter im Freien gelagert hatten (Tab. 5, letzte Spalte). Die aus den Versuchen auf Abbrechen (Reihe 10) zurückbleibenden, äußerlich anscheinend unbeschädigten Hälften der Körper (Fig. 7) wurden bei 9 Monaten Alter noch auf Druckfestigkeit geprüft (Tab. 7).

Probematerial.

Von jeder Sorte standen 500 Steine zur Verfügung, die nach amtlichem Ursprungszeugniß der zu Forst bei Aachen liegenden eigenen Fabrik der Antragsteller J. Ferbeck & Co., Inhaber C. Weishaar entstammten. Form und Abmessungen der Steine zeigt Fig. 1. Die Vollsteine hatten dieselbe Größe und Form wie die Lochsteine.

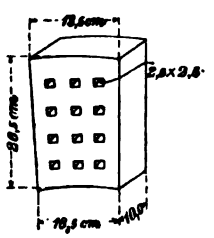


Fig. 1.

Das Forster Werk beschäftigt sich nach Angabe der Antragsteller ausschließlich mit der Herstellung von Schornsteinbaumaterial (gelochte Steine und feuerfeste Steine zur Ausfütterung solcher Schornsteine, die Rauchgase mit hohen Hitzegraden abzuleiten haben).

Die Fabrik steht auf demselben Grundstücke, auf welchem sich auch die Gruben zur Gewinnung der Rohmaterialien befinden. Die Gruben liegen auf einem der südwestlichen Ausläufer des Eschweiler Steinkohlengebirges an einer Stelle, an der durch starke Verwerfung ein Einfallen der Schichten in fast senkrechter Richtung stattfindet.

Daselbst liegen Quarzite, Quarzsande, Schieferthone verschiedener Arten, rothe, blaue, weiße und schwarze plastische Thone, sowie hochroth brennende Lehme wie die Blätter eines Buches nebeneinander, so daß die Gewinnung und Mischung der Thone, Lehme und Sande ohne Schwierigkeiten erfolgen kann.

Eingehende Analysen der einzelnen Sorten sind wegen deren Mannigfaltigkeit noch nicht ausgeführt worden[1]). Dagegen ergab eine im November 1898 in der Versuchsanstalt ausgeführte quantitative Analyse der aus den verschiedenen Thonen, Lehm und Sandsorten hergestellten gebrannten Steine folgende Zusammensetzung:

Kieselsäure	70,60 %
Thonerde	18,30 „
Eisenoxyd	8,00 „
Kalk	0,60 „
Magnesia	0,79 „

[1]) Anmerkung: Dr. Bischoff hat im Jahre 1895 an 11 Sorten Rohmaterialien pyrometrische Untersuchungen angestellt. Auf Grund dieser Untersuchungen kommt Dr. Bischoff über die einzelnen Materialien zu folgendem Urtheil (Mittheilung der Firma Ferbeck & Co.):

Schiefer.

Für die blaugrauen bis schwarzen Proben mit einer mehr oder weniger deutlichen schiefrigen Textur, welche sich nur mäßig bindend verhalten, ergab die pyrometrische Untersuchung: In geringerem Hitzegrade, einer Temperatur von ca. 1000 C°, brennen sich dieselben mit gelbem und röthlichem Hautüberzug, der Bruch aber zeigt eine lavaartige Masse. Eine Schiefersorte, welche sich bei 1000° thongrau brannte und alsdann nur sinterte, vertrug eine Temperatur bis zu 1500°, ohne sich zu deformiren. Sie brannte sich dabei steinzeugartig verdichtet und ziemlich rein.

Hochfeuerfest ist keiner der meist nicht unbeträchtlich eisenhaltigen Schiefer.

Thone.

Die gleiche Untersuchung von 3 Thonen von heller und dunkelgrauer Farbe (theilweise stark eisenhaltig) mäßig bis ziemlich reichlich bindend, ließ Folgendes ermitteln:

Bei 1000° brannten sich zwei derselben thongrau, doch mehr oder weniger unrein mit völlig verdichtetem, steinzeugartigem Bruche bei einer nur mäßigen Schwindung von 4 bis 5% lin.

Auch die Thone gehören nicht zu den hochfeuerfesten.

Sande.

Unter den Sanden und einem Sandstein, welche von grauer und gelber Farbe sind, Wasser trüben und meist sehr wenig eisenhaltig sind, findet sich recht hochfeuerfestes Material. Der beste und reinste darunter, welcher höchst eisenfrei ist und Bergkrystallsplitter enthält, verträgt annähernde Platinschmelzhitze ohne Formänderung. In der Sandsteinskala ausgedrückt stellt sich die Schwerschmelzbarkeit auf etwa 95%.

Zusammenfassung.

Bei den vorliegenden Materialien haben wir es somit einestheils mit solchen zu thun, welche sich schon in geringeren Temperaturen meist dicht mit lavaartigem oder mit sehr verdichtetem, steinzeugähnlichem Bruche brennen.

Kommt dann hierzu noch eine sehr feine und gleichmäßig körnige Zerkleinerung der bezeichneten Materialien, sowie eine durch zweckdienliches Sumpfen erzielte größtmögliche Homogenisirung, so ist es unzweifelhaft, daß eine Masse erhalten wird, welche sowohl an sich eine große mechanische Widerstandsfähigkeit besitzt, als auch gegen physikalische Einflüsse (Temperaturwechsel) wie chemische und metallische (Rauchgase, Säuren und flüchtige Metalle) ausreichend unempfindlich ist. Es erklärt sich daraus die bevorzugte Verwendung des Fabrikates der genannten Firma, welches vornehmlich für gelochte Radialsteine zur Ausführung von Schornsteinen dient und sich bereits seit 30 Jahren bewährt hat.

Mittelst der theilweise recht feuerbeständigen Sande lassen sich bei richtigem Versatze mit entsprechend feuerfesten Thonen gute feuerfeste Steine herstellen.

Schwefelsäure	0,62 %
Glühverlust	0,12 „
Alkalien	0,97 „

Die Herstellung der Steine geschieht in nachfolgender Weise:

Die verschiedenen Lehme und plastischen Thone werden in einem sogenannten Sumpfraume gemischt und angefeuchtet. Danach werden die mittelst einer Kreißschen Förderrinne nach einer Schleudermühle beförderten und dort fein gemahlenen harten Schieferthone und Sande der plastischen Mischung in angemessenem Verhältniß beigefügt. Durch einen Aufzug über eine schiefe Ebene gelangt das so gemischte Rohmaterial in ein Quetsch- und ein Glattwalzwerk, um alsdann in der üblichen Weise durch geeignete Mundstücke einer Laiesschen Schneckenpresse von 500 mm Cylinderöffnung als fertig geformter Stein auszutreten.

Das Trocknen der nassen Steine geschieht in der üblichen Weise.

Das Brennen erfolgt im Frankeschen Parallelringofen mit Schmaucheinrichtung.

Die im Vorstehenden beschriebenen Schornsteinsteine wurden nach Angabe der Firma Ferbeck & Co. seit 1862 zur Erbauung von mehr als 1400 Schornsteinen verwendet. Es befinden sich darunter Schornsteine von 80 und mehr Meter Höhe und bis 4,8 m Lichtweite an der Mündung. Die größten Bauten sind auf Hochöfen und Stahlwerken, sowie für Koksöfen und chemische Fabriken errichtet.

Das Absatzgebiet der Steine erstreckt sich nach Angabe der Antragsteller über Deutschland, Belgien, Luxemburg, Holland, Frankreich, Schweiz, Rußland, Spanien, Asiatische Türkei und Egypten.

Als Mörtel für die Versuche unter 7—10 des Arbeitsplanes sollte die Mischung aus 1 R.-Thl. Cement + 1 R.-Thl. hydraulischer Kalk + 3 R.-Thl. guter, reiner, scharfer Mauersand benutzt werden.

a) Stettiner Portland-Cement von normaler Beschaffenheit wurde aus dem Handel beschafft;

b) Hydraulischer Rüdersdorfer Kalk wurde ebenfalls aus dem Handel bezogen[1]);

c) Als Sand wurde zu dem Mörtel ein Mauersand verwendet, welcher aus scharfem Kies durch Absieben auf einem Drahtsiebe von etwa 0,3 mm Maschenweite hergestellt wurde.

---

[1]) Anmerkung: Ueber die Herstellung des hydraulischen Kalkes machte die Fabrik folgende Angaben:

Thonhaltiger Kalkstein aus dem Wellenkalk, den untersten Lagen der Muschelkalkformation, wird mit mildem Feuer gebrannt und unmittelbar nach der Herausnahme aus dem Ofen zu Staub gelöscht. Zu diesem Zwecke wird der gebrannte Kalk gewogen, in dünnen Lagen ausgebreitet, mit einem genau bemessenen Quantum Wasser mittelst Gießkanne besprengt und in Lagerräume geschaufelt, deren jeder etwa 5000 hl faßt. Die täglich abgelöschte Menge beträgt etwa 1000 hl. Die Arbeit des Einlöschens dauert nur ungefähr 3 Stunden, so daß der Kalk nur wenig Gelegenheit hat, Kohlensäure aus der Luft aufzunehmen. Die große Menge des täglich eingelöschten Materials erfährt im Kalklager eine erhebliche Wärmesteigerung, wodurch der Löschprozeß begünstigt wird. Nach einigen Wochen Ablagerung wird das Kalkhydrat durch Siebwerke von den ungelöschten Theilen befreit und durch Kugelmühlen geschickt, in denen die vorhandenen kleinen Klümpchen vermahlen werden.

Da der hydraulische Kalk nur geringe Anfangsenergie besitzt, wird ihm Portland-Cement oder ungelöschter Leichtbrand aus der Cementfabrikation zugesetzt.

Die chemische Analyse des Kalkes wird wie folgt angegeben:

Glühverlust	20 %
Kieselsäure, Thonerde und Eisenoxyd . . .	26 „
CaO	53 „
Magnesia, Alkalien und Schwefelsäure . .	Spuren.

Die Festigkeit des Mörtels aus 1 Raumthl. Cement + 1 Raumthl. Kalk + 3 Raumthl. Sand, ermittelt an Proben, die normengemäß angefertigt wurden, betrug nach 28tägiger Erhärtung an der Luft im Mittel aus je 10 Versuchen 28,7 kg/qcm Zugfestigkeit und 254 kg/qcm Druckfestigkeit.

Versuchsausführung.

Die Ausführung der Versuche auf specifisches Gewicht, Raumgewicht, Dichtigkeitsgrad, Gefügebeschaffenheit, Wasseraufnahme, und die Feststellung der Druckfestigkeit für die verschiedenen Zustände der Steine sowie die Prüfung auf Frostbeständigkeit und auf Vorhandensein löslicher Salze erfolgte in der üblichen Weise.[1])

Die Prüfung auf Säurebeständigkeit wurde in folgender Weise vorgenommen:

Kleinere Ziegelstücke wurden im Mörser zerstoßen und von dem Zerkleinerungsmaterial der Theil gewonnen, der durch ein Sieb von 60 Maschen auf das Quadratcentimeter hindurchging, dagegen auf dem Siebe von 120 Maschen auf das Quadratcentimeter zurückblieb. Hundert Gramm des so erhaltenen feinkörnigen Pulvers wurden 24 Stunden unter öfterem Umschütteln der Einwirkung einer zehnprocentigen Salzsäure ausgesetzt. Ein bestimmter Theil der Flüssigkeit wurde auf dem Wasserbade abgedampft und der Verdampfungsrückstand schwach geglüht und gewogen.

Für die Versuche auf Widerstandsfähigkeit der Mörtelfuge gegen Druck wurden für jede Reihe 20 Steine zu je zweien mit ihren Flachseiten mittelst Mörtel von der auf S. 6 angegebenen Zusammensetzung aufeinander gemauert (Fig. 2). Die Dicke der Fuge betrug bezw. 1—1,5—2—3 und 5 cm. Um das seitliche Ausfließen des Mörtels bei Herstellung der dicken Fugen zu verhindern, wurden die Steine in passende Holzformen gelegt, bis die Fuge so weit erhärtet war, daß sie den oberen Stein tragen konnte, ohne auszufließen. Der Druckwiderstand wurde an 28 Tage alten Probestücken nach erfolgtem Abgleichen der Druckflächen der Steine mit Cementmörtel ermittelt, wobei beobachtet wurde, welche Belastung die Zerstörung des Probekörpers entweder im Stein oder gleichzeitig in Stein und Fuge herbeiführte (Tab. 3).

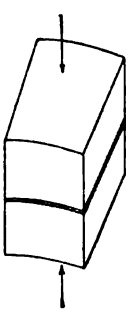


Fig. 2.

Für die Versuche auf Haftfestigkeit des Mörtels am Stein wurden je zwei Ziegelsteine nach Maßgabe von Fig. 3 kreuzweise über einander gemauert. Die Fugendicke betrug 1—1,5 cm. Die Prüfung erfolgte in der in Fig. 3 schematisch dargestellten Weise durch Druck gegen die beiden durch den Mörtel verbundenen Steinflächen. Der zum Abreißen erforderliche Kraftaufwand wurde gemessen (Tab. 4).

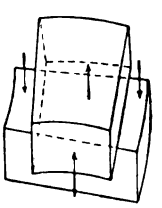


Fig. 3.

Die Ermittelung der Widerstandsfähigkeit der Mauerwerksfuge bei Beanspruchung eines Mauerwerkskörpers durch Verschieben in der Richtung der Lagerfuge wurde an Körpern ausgeführt, deren Form und Abmessungen aus Fig. 4 ersichtlich sind.

Für die Versuche wurden die Probekörper nach Maßgabe von Fig. 5 und 6 in die Festigkeitsmaschine eingebracht. Unterhalb der beiden mittleren Steinschichten und oberhalb der beiden seitlichen Steinschichten wurden keilförmige Holzstücke mit Gips aufgekittet, um die Druckflächen horizontal zu gestalten. Als Maß für die Widerstandsfähigkeit

[1]) Vgl. Mittheilungen 1896, S. 66 u. f.

der Körper gegen diese Beanspruchung sind in der Tab. 5, S. 14, die Belastungen angegeben, bei welchen das Abreißen einer der beiden Steinschichten erfolgte.

Um die Widerstandsfähigkeit des Mauerwerkskörpers gegen Abbrechen festzustellen, wurden Versuchskörper, wie sie in Fig. 7 dargestellt sind, angefertigt. Die Art der Einspannung der Probekörper bei der Prüfung zeigt Fig. 8. Die Versuchsergebnisse enthält Tab. 8.

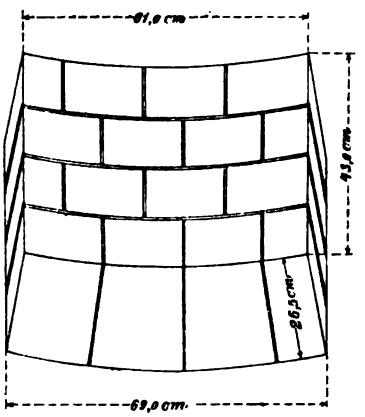


Fig. 4.

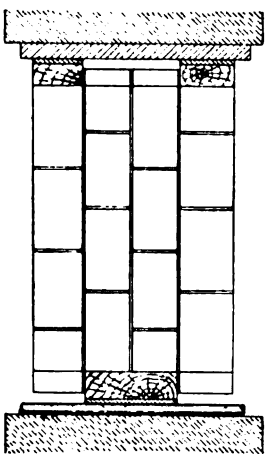


Fig. 5.

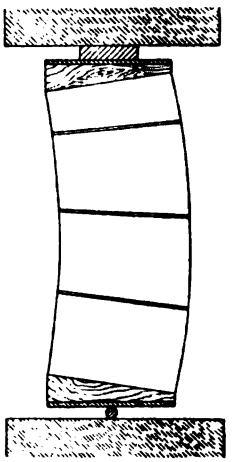


Fig. 6.

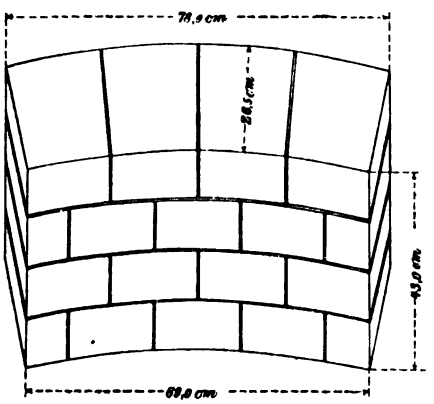


Fig. 7.

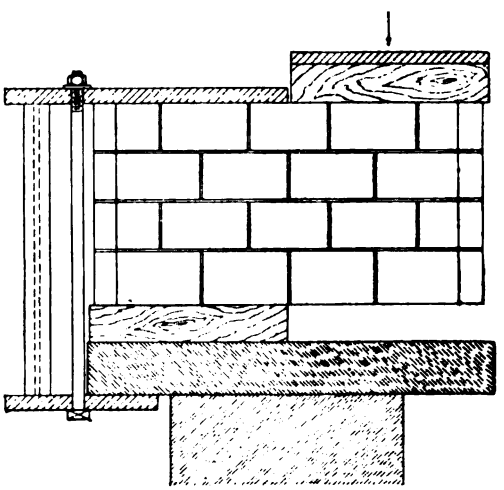


Fig. 8.

Zur Bestimmung des Raumgewichtes von 1 cbm Mauerwerk wurden die in Fig. 7 dargestellten Körper gewogen und gemessen.

Die für die Versuche unter 7, 8, 9 und 10 des Arbeitsplanes gemauerten Probestücke lagerten sämmtlich bis zur Prüfung im Laboratorium.

Versuchsergebnisse.

Die Frostbeanspruchung vermochte den Lochziegeln äußerlich sichtbare Schäden nicht zuzufügen. Die Druckfestigkeit der gefrorenen Proben ist nur ganz unwesentlich gegen die der trockenen Steine zurückgegangen.

Der Gehalt der in Wasser löslichen Salze der Lochsteine wurde auf 0,13 % des Gewichtes der trockenen Steine bestimmt, während in Salzsäure 0,25 % der Steinmasse löslich waren.

Die allgemeinen Eigenschaften der Loch- und der Vollziegel sind in Tab. 1 einander gegenüber gestellt. Die Ergebnisse der übrigen Prüfungen enthalten die Tab. 2—7.

Tabelle 1. **Allgemeine Eigenschaften der Loch- und Vollziegel.**

		Lochziegel	Vollziegel
Specifisches Gewicht s (am Pulver bestimmt)		2,595	2,602
Raumgewicht r		2,224	2,005
Dichtigkeitsgrad $d = \frac{r}{s} =$		0,857	0,771
Beschaffenheit der Bruchfläche	Gefüge	körnig, knollig, rissig	körnig, knollig, rissig
	Bruch	flachmuschelig bis splitterig, scharfkantig	flachmuschelig bis splitterig, scharfkantig
	Farbe	braunroth	braunroth mit dunklerem Kern

Bemerkenswerth ist das geringere Raumgewicht und damit zusammenhängend der geringere Dichtigkeitsgrad der Vollziegel gegenüber den Lochziegeln, hervorgerufen durch die Schwierigkeit des gleichmäßigen Durchbrennens der größeren Masse der Vollziegel in demselben Feuer.

Dieselbe Erscheinung zeigt sich auch bei den Versuchen auf Wasseraufnahme der Steine (Tab. 2), welche die Wasseraufnahmefähigkeit (Porosität, scheinbare Dichtigkeit) bei den Vollziegeln auf 5,3 % des Steingewichtes, bei den Lochziegeln nur auf 4,2 % ergeben haben. Der dichte und harte Brand (Sinterungsgrad) beider Steinsorten drückt sich namentlich in der Druckfestigkeit aus (Tab. 2). Die Druckfestigkeit der Vollsteine ist — wie zu erwarten war, — trotz der stärkeren Sinterung der Lochsteine durchschnittlich höher als die der Lochsteine. Zum Theil sind die Festigkeitsunterschiede vielleicht auf die Verschiedenheit des Quotienten $\frac{1}{\sqrt{f}}$ bei beiden Steingattungen zurückzuführen[1]). Die Schwankungen zwischen den Einzelwerthen der Druckversuche sind nicht höher, als sie im allgemeinen bei Ziegelsteinen zu sein pflegen. Die höhere Druckfestigkeit der wassersatten Steine gegenüber den trockenen beruht auf Zufall und ist der ungleichmäßigen Festigkeit der einzelnen Steine zuzuschreiben. Tab. 3 enthält die Ergebnisse der Versuche auf Widerstandsfähigkeit der Mörtelfuge gegen Druck bei verschiedener Dicke der Fuge. In Fig. 9 sind die Ergebnisse dieser Versuche zeichnerisch dargestellt.

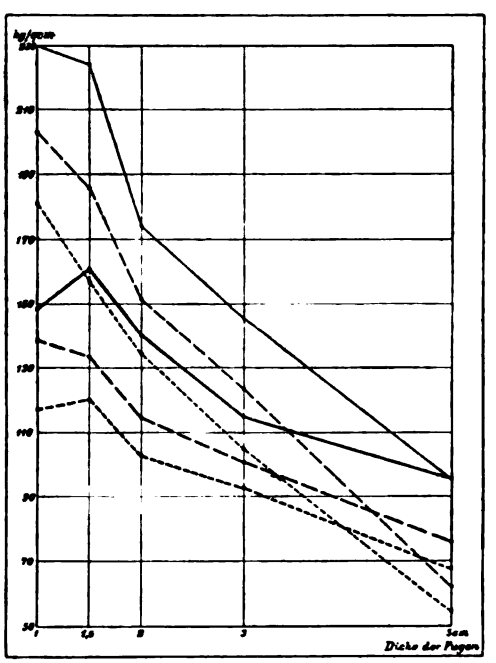


Fig. 9. Festigkeitsabnahme von Mauerwerkskörpern mit wachsender Dicke der Mauerfuge.

[1]) Vergl. Martens, Materialienkunde I, S. 94 u. f.

Tabelle 2. Wasseraufnahme und Druckfestigkeit.

Probe Nr.	Wasseraufnahmevermögen: Gewicht der Ziegel: beim Eintreffen kg	Gewicht der Ziegel: nach dem Trocknen kg	Gewicht der Ziegel: nach 125-stündiger Lagerung im Wasser kg	Wasseraufnahme der Ziegel: bezogen auf einen Stein kg	Wasseraufnahme der Ziegel: berechnet auf 1 kg Probengewicht	Druckfestigkeit: Bruchlast im wassersatten Zustande der Steine kg	Druckfestigkeit: Bruchlast im ausgefrorenen Zustande der Steine kg	Druckfestigkeit: Bruchlast im trockenen Zustande der Steine kg
a. Lochziegel. Gedrückte Fläche (abzüglich der Löcher) 389 qcm.								
1	8,022	7,964	8,146	0,182	0,023	260 000	244 000	212 000
2	8,056	7,953	8,305	0,352	0,044	232 000	209 000	231 000
3	7,815	7,761	8,015	0,254	0,033	256 000	228 000	174 000
4	7,955	7,802	8,276	0,474	0,061	237 000	228 000	268 000
5	8,195	8,085	8,511	0,426	0,053	172 000	237 000	208 000
6	8,457	8,371	8,600	0,229	0,027	251 000	190 000	228 000
7	8,025	7,965	8,147	0,182	0,023	[313 000]	265 000	213 000
8	8,145	8,035	8,306	0,271	0,034	252 000	190 000	280 000
9	7,846	7,843	7,967	0,124	0,016	259 000	164 000	206 000
10	8,155	7,875	8,681	0,806	0,102	184 000	213 000	239 000
Mittel	8,068	7,965	8,295	0,330	0,042	241 600	216 800	225 900
Mittlere Druckfestigkeit in kg/qcm						621	557	581
b. Vollziegel. Gedrückte Fläche = 464 qcm.								
1	9,231	9,157	9,680	0,523	0,057	—	—	374 000
2	9,249	9,240	9,480	0,240	0,026	—	—	353 000
3	9,365	9,090	9,773	0,683	0,075	—	—	375 000
4	9,379	9,203	9,913	0,710	0,077	—	—	245 000
5	9,504	9,437	9,700	0,263	0,028	—	—	290 000
6	9,640	9,327	9,843	0,516	0,055	—	—	313 000
7	9,365	9,317	9,920	0,603	0,065	—	—	212 000
8	9,750	9,450	9,984	0,534	0,057	—	—	368 000
9	9,064	9,017	9,333	0,316	0,035	—	—	303 000
10	9,440	9,352	9,866	0,514	0,055	—	—	281 000
Mittel	9,399	9,259	9,749	0,490	0,053	—	—	311 400
Mittlere Druckfestigkeit in kg/qcm						—	—	671

Die starken Linien beziehen sich auf die Lochsteine, die schwachen auf die Vollsteine.

Die ausgezogenen Linien bedeuten die Druckfestigkeiten im Augenblick der Zerstörung der Steine, die lang gestrichelten und die kurz gestrichelten Linien verbinden die im Augenblick des Eintretens von Rissen in der Fuge bezw. im Stein abgelesenen Werthe.

Aus Tab. 3 und Fig. 9 ist ersichtlich, daß sowohl bei den Lochsteinen als auch bei den Vollsteinen Risse zuerst im Stein, dann erst in der Fuge auftreten, selbst wenn die Fuge 5 cm dick war. Die Beobachtungen verlaufen ziemlich parallel.

Die Darstellung zeigt ferner, daß die Festigkeit der Körper aus Lochsteinen und aus Vollsteinen mit wachsender Dicke der Fuge sich vermindert, daß aber die Festigkeit der Körper aus Vollsteinen mit zunehmender Fugendicke wesentlich schneller abnimmt als die der Körper aus Lochsteinen. Hiernach wird sich das Mauerwerk aus Lochsteinen auch mit starken Fugen

Tabelle 3. Widerstandsfähigkeit der Mörtelfuge gegen Druck[1]).

28 Tage alte Probekörper.

Mörtelfläche im Mittel: 464 qcm. Höhe des Körpers mit der 1 cm dicken Fuge = 22 cm.

Fugendicke	1 cm			1,5 cm			2 cm			3 cm			5 cm		
	Belastung in kg[2])														
Versuch Nr.	bei der Rißbildung		bei der Zerstörung	bei der Rißbildung		bei der Zerstörung	bei der Rißbildung		bei der Zerstörung	bei der Rißbildung		bei der Zerstörung	bei der Rißbildung		bei der Zerstörung
	im Stein	in der Fuge		im Stein	in der Fuge		im Stein	in der Fuge		im Stein	in der Fuge		im Stein	in der Fuge	
a. Lochziegel.															
1	66750	71730	75710	64260	76700	80680	54310	54310	73220	50830	50830	59290	34910	39390	42620
2	66750	81680	84160	59290	61780	85160	50830	50830	55310	39390	49340	49340	29440	29440	40380
3	56800	61780	61780	51830	62520	62520	55810	63770	66750	46850	50330	57050	29440	34410	43370
4	54310	69240	69240	64260	64260	77700	42370	51330	72220	39390	39390	42620	39390	43870	49090
5	54310	64260	66750	66750	66750	72720	52820	58290	62770	48340	48340	59290	33920	38390	44860
6	44360	49340	53820	52820	52820	69740	34410	50830	69240	41880	52820	52820	34910	36900	41130
7	41880	61780	79190	51830	54310	61280	46350	51330	57800	44860	48340	55560	17000	27950	32670
8	59290	64260	64260	28440	51330	65760	45360	45360	60030	36900	41880	45860	11330	11330	49340
9	41880	49340	57800	54310	58790	82670	52320	52320	66250	40380	40380	58290	42870	44360	51330
10	54310	71730	74210	64260	69240	85160	44360	49840	67250	—	—	—	41380	44860	48340
Mittel	54064	64514	68692	55805	61850	74339	47894	52821	65084	43202	46850	53347	31459	35090	44313
kg/qcm	**117**	**139**	**148**	**120**	**133**	**160**	**103**	**114**	**140**	**93**	**101**	**115**	**68**	**76**	**96**
b. Vollziegel.															
1	79190	94110	109040	89140	96600	102070	81680	84160	93120	44360	51830	60780	23470	40880	53820
2	86650	101580	105060	56800	66750	75710	74210	81680	85660	46850	51830	66000	17000	19490	42620
3	86650	94110	98590	61780	91630	121480	46850	46850	69740	44360	51830	64260	34910	28940	43370
4	91630	104060	115010	56800	69240	82170	66750	71730	91130	59290	66750	67250	36900	19490	42870
5	81680	94110	102570	64260	94110	114010	51830	76700	85160	54310	61780	70730	39390	41880	45610
6	96600	106550	125460	64260	74210	104060	59290	66750	69240	46850	54310	69240	21980	30930	34910
7	86650	91630	95110	66750	79190	96600	66750	69240	71730	39390	46850	58790	19490	28940	65010
8	86650	91630	94110	84160	91630	95110	69240	71730	80680	64260	71730	81180	21980	34410	41880
9	71730	79190	110780	86650	96600	120730	41880	61780	87650	44360	59290	70730	12280	22970	31430
10	71730	94110	110030	91630	104060	127690	51830	69240	74710	—	—	—	—	—	—
Mittel	83916	95108	106576	72223	86402	103963	61031	69986	80882	49337	57356	67662	25267	29770	44613
kg/qcm	**181**	**205**	**230**	**156**	**186**	**224**	**132**	**151**	**174**	**106**	**124**	**146**	**54**	**64**	**96**

gegen Druckbeanspruchung verhältnißmäßig günstiger verhalten als Mauerwerk aus Vollsteinen mit übertrieben starken Fugen.

Tab. 4 enthält die Ergebnisse der Versuche auf Haftfestigkeit des Mörtels am Stein bei normaler Fugendicke.

Auch diese Versuche haben die Ueberlegenheit der Lochziegel vor den Vollziegeln ergeben. Die Haftfestigkeit des Fugenmörtels ist bei den Lochziegeln höher als bei den Vollziegeln, weil sie um einen Theil der Zugfestigkeit der in den Löchern sitzenden Mörtelzapfen, die ab- oder herausgerissen werden müssen, vermehrt wird. In Folge dessen nimmt auch der Widerstand

[1]) Die Zerstörung erfolgte gleichmäßig durch Stein und Fuge. Der innere Theil der Fuge hatte nach der Zerstörung des Körpers seinen Zusammenhang noch nicht verloren.

[2]) Die Zahlen sind nur bis ± 2,5 % zuverlässig.

Tabelle 4. Haftfestigkeit des Mörtels am Stein.

Mittlere Dicke der Fuge 1 cm. Haftfläche im Mittel 283 qcm.

Alter	3 Tage alt	28 Tage alt	90 Tage alt	Bemerkungen
Versuch Nr.	Belastung kg			
	a. Lochziegel.			
1	230	930	785	Der Mörtel haftete in der Dicke der Fuge an einem Steine fest. Die in den Löchern sitzenden Mörtelzapfen waren abgerissen.
2	276	750	1220	
3	316	630	1360	
4	416	770	985	
5	316	600	1100	
Mittel	311	736	1090	
kg/qcm	1,1	2,6	3,9	
	b. Vollziegel.			
1	208	325	415	Der Mörtel haftete in der Dicke der Fuge an einem Steine fest und löste sich vom anderen Steine völlig los.
2	343	165	380	
3	178	645	600	
4	158	385	320	
5	193	380	615	
Mittel	216	380	466	
kg/qcm	0,8	1,3	1,6	

gegen Abreißen mit wachsendem Alter der Fuge bei den Lochsteinen stärker zu, als bei den Vollsteinen, wie die zeichnerische Darstellung Fig. 10 verdeutlicht. Die obere Linie bezieht sich auf Lochsteine, die untere auf Vollsteine.

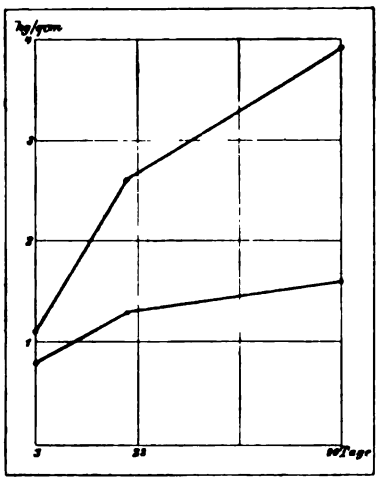


Fig. 10.

In Tab. 5 sind die Ergebnisse der Versuche auf Verschieben des Mauerwerkes in der Richtung der Horizontalfuge des Schornsteins (angenähert Scheerfestigkeit der Mörtelfuge) zusammengestellt.

In Uebereinstimmung mit den vorangegangenen Versuchen zeigt wieder das Lochsteinmauerwerk sich dem Vollsteinmauerwerk überlegen. Obgleich die bei 250 Tagen Alter geprüften Reste der nach 28 und 90 Tagen geprüften Probekörper bei den ersten Prüfungen bereits starken Erschütterungen ausgesetzt waren, hat die Festigkeit der Fuge dennoch nicht gelitten, sondern ist regelmäßig fortgeschritten, was um so bemerkenswerther ist, als die Körper nach Ablauf der 90 Tagsprüfung von August 1898 bis Januar 1899 im Freien lagen, allen Unbilden der Witterung und namentlich in den letzten Monaten starken Regengüssen ausgesetzt waren und in völlig durchnäßtem Zustande bei 250 Tagen Alter geprüft wurden.

Tab. 6 enthält die Ergebnisse der Widerstandsfähigkeit des Schornsteinmauerwerkes gegen Abbrechen (annähernd Scheerfestigkeit des Mauerwerkes in der Richtung einer durch die Achse des Schornsteines gelegten Vertikalebene). Die Ergebnisse sind außerordentlich schwankend und die angegebenen Mittelwerthe in Folge der geringen Zahl der Einzelversuche

unsicher. Immerhin scheint aber aus den Versuchen hervorzugehen, daß bei der geschilderten Beanspruchung das Vollziegelmauerwerk zwar gleichmäßiger Widerstand leistet, als das Lochziegelmauerwerk, daß dieser Widerstand bei höherem Alter des Mörtels aber bei Verwendung von Vollsteinen nicht größer ist, als bei Verwendung von Lochsteinen.

Fig. 11 und Fig. 12 zeigen einen abgebrochenen Mauerwerkskörper aus Lochsteinen und einen aus Vollsteinen. Bei beiden Körpern, wie überhaupt bei den meisten Versuchskörpern

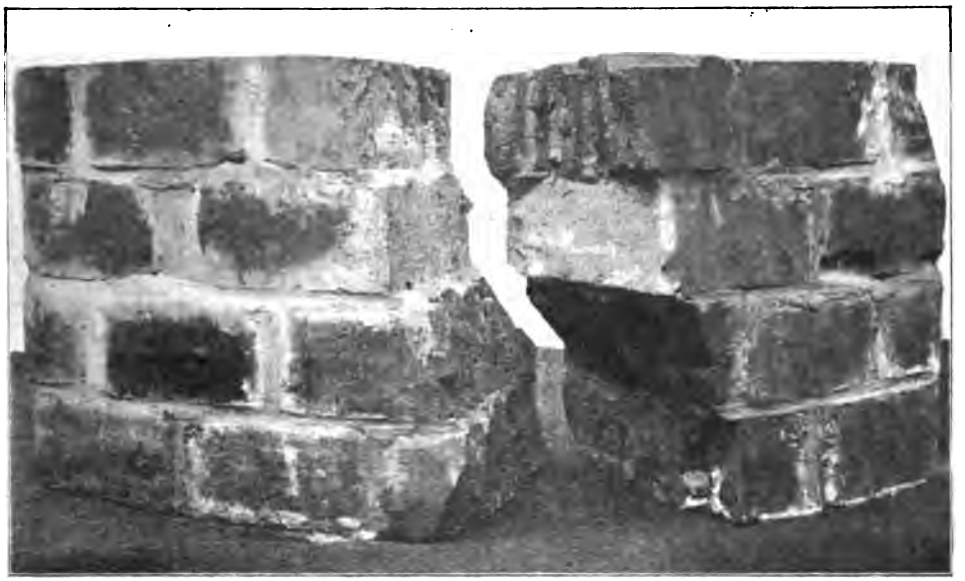


Fig. 11.

Fig. 12.

Tabelle 5. **Widerstandsfähigkeit der Mauerwerksfuge gegen Verschieben.**
Mittlere Dicke der Fuge 1 cm. Scheerfläche im Mittel 1756 qcm.

Alter	28 Tage		90 Tage		250 Tage[1])		Bemerkungen
Versuch Nr.	Gewicht der Proben kg	Belastung kg	Gewicht der Proben kg	Belastung kg	Gewicht der Proben kg	Belastung kg	
			a) Lochziegel.				
1	145,2	19630	143,5	10810	111,2	29940	Bei den 28 Tage alten Körpern haftete der Mörtel in der Dicke der Fuge an einem Steine fest. Bei den 90 u. 250 Tage alten Körpern spaltete sich die Mörtelfuge derart, daß der Mörtel theils an der einen, theils an der anderen Steinschicht haften blieb.
2	143,3	12210	141,2	34720	108,4	30930	
3	143,0	30270[2])	140,0	36460	110,7	27450	
4	146,5	10810	140,3	20000	113,5	33420	
5	142,5	27050	140,0	18390	—	—	
Mittel	144,1	19994	141,0	24076	111,0	30435	
kg/qcm	—	11,4	—	13,7	—	17,3	
			b) Vollziegel.				
1	152,5	9920	153,2	16900	123,0	39890	Bei den 28 Tage alten Körpern haftete der Mörtel in der Dicke der Fuge an einem Steine fest. Bei den 90 u. 250 Tage alten Körpern spaltete sich die Mörtelfuge derart, daß der Mörtel theils an der einen, theils an der anderen Steinschicht haften blieb.
2	152,0	17500	153,5	29530	117,7	26950	
3	154,0	15670[3])	153,9	33980	114,5	24960	
4	155,5	13440	152,7	17650	127,5	23970	
5	154,0	19630	154,5	32000	—	—	
Mittel	153,6	15232	153,6	26012	120,7	28943	
kg/qcm	—	8,7	—	14,8	—	16,5	

dieser Reihen ging der Bruch nur durch die Vertikalfuge einer Steinschicht, im übrigen aber durch den Stein, was auf den guten Zusammenhang von Steinen und Mörtel schließen läßt.

Ein Theil der aus den Versuchen in Tab. 6 hervorgegangenen Körper (Fig. 11 u. 12) wurde bei 9 Monaten Alter des Mauerwerkes dann noch auf Druckfestigkeit geprüft, und zwar wurden diejenigen Körper ausgewählt, welche möglichst parallelepipedische Form behalten hatten. Die Druckflächen der Körper wurden sorgfältig mit Cement abgeglichen. Die Ergebnisse dieser Versuche sind in Tab. 7 zusammengestellt. Sie zeigen, daß zwar im Mittel die Vollsteinkörper die größere Druckfestigkeit ergeben haben, daß aber die Festigkeitswerthe der Lochsteinkörper unter einander gleichmäßiger sind, und daß die mittlere Festigkeit der Lochsteinkörper nicht wesentlich unter der der Vollsteinkörper liegt. Zu berücksichtigen ist hierbei, daß die Körper aus Lochsteinen und aus Vollsteinen möglicherweise schon bei der ersten Prüfung unsichtbare Schäden erlitten haben, welche die Druckfestigkeitsergebnisse beeinflußt haben können.

Raumgewicht des Mauerwerkes aus Lochsteinen.

1 cbm des Mauerwerkes, gemessen an den in Fig. 7 dargestellten Körpern, berechnet sich auf rund 1900 kg.

Raum und Zeit gestatteten leider nicht die Ausführung der im wissenschaftlichen Interesse so sehr wünschenswerthen ausgedehnteren Versuche auf die elastischen Eigenschaften der Mauer-

[1]) Mit den drei Schichten starken Ueberresten der bei 28 und 90 Tagen Alter geprüften Körper ausgeführt.
[2]) Bei 12940 kg Riß durch die mittlere Längsfuge.
[3]) Bei 1050 kg Riß durch die mittlere Längsfuge.

Tabelle 6. Widerstandsfähigkeit des Mauerwerks gegen Abbrechen.[1])

Mittlere Dicke der Fuge 1 cm. Bruchfläche im Mittel 1988 qcm.

Alter	28 Tage		90 Tage		Bemerkungen
Versuch Nr.	Gewicht der Proben kg	Belastung kg	Gewicht der Proben kg	Belastung kg	
			a. Lochziegel.		
1	166,0	9650	156,8	21980	Die Körper brachen sämmtlich annähernd in der Mitte ab.
2	155,2	10580	157,8	21480	
3	163,2	15170	156,8	16530	
4	163,6	3380	—	—	
5	162,0	10810	—	—	
Mittel	162,0	9918	157,1	19997	
kg/qcm[2])	—	5,0	—	10,1	
			b. Vollziegel.		
1	177,5	15420	177,6	15580	Die Körper brachen sämmtlich annähernd in der Mitte ab.
2	175,5	13680	177,5	16530	
3	178,0	12210	177,5	17500	
4	176,5	17890	—	—	
5	177,5	11280	—	—	
Mittel	177,0	14096	177,5	16537	
kg/qcm[2])	—	7,1	—	8,3	

Tabelle 7. Druckfestigkeit von Mauerwerkskörpern.

9 Monate alt.

Mittlere Abmessungen	Gedrückte Fläche
Lochziegel: 26,2. 43,8. 44,0 cm	1148 qcm
Vollziegel: 26,2. 40,6. 44,5 cm	1064 qcm

Nummer der Versuchsstücke	a. Lochziegel			b. Vollziegel		
	Gewicht der Körper kg	Belastung bei der Rißbildung kg	Belastung bei der Zerstörung kg	Gewicht der Körper kg	Belastung bei der Rißbildung kg	Belastung bei der Zerstörung kg
1	105	178250	253650	99	219400	233100
2	107	219400	289300	89	233100	274200
3	107	82250	263250	87	164550	191950
4	103	178250	230350	113	287950	329050
5	106	109700	248150	114	237200	320850
Mittlere Druckfestigkeit σ_B in kg/qcm			224	—	—	254

[1]) Der Versuch wurde als Scheerversuch angesehen, obgleich sich Biegungsspannungen bei der Versuchsausführung nicht vermeiden ließen.

[2]) Bezogen auf die volle Fläche des Querschnittes (1988 qcm). Da der Bruch bei den Körpern aus Lochsteinen zum Theil durch die Steinlöcher ging (vgl. Fig. 11), war der wirkliche Bruchquerschnitt bei diesen Körpern kleiner.

werkskörper unter verschiedenen Wärmeverhältnissen. Bekanntlich ist für Steine und Mörtel der Elasticitätsmodul sowohl mit der Wärme als auch mit der Spannung, unter welcher der Körper steht, veränderlich (für Mörtel und Mauerwerkskörper tritt noch die Erhärtungszeit des Mörtels als wirkender Umstand hinzu), indessen sind über den Grad des Wärmeeinflusses noch keine Messungen bekannt, und man nimmt nur an, daß der Elasticitätsmodul ähnlich wie bei Schmiedeeisen mit steigender Wärme abnimmt, und zwar unterhalb der bei Schornsteinen etwa vorkommenden Grenze von 300 — 400 C° um so rascher, je niedriger der Schmelzpunkt des betr. Baustoffes liegt[1]).

Um die hierüber herrschenden Unsicherheiten zu beseitigen, wären planmäßig ausgeführte Versuche dringend erwünscht. Aber auch über den Einfluß der jeweiligen Spannung im Mauerwerk auf den Elasticitätsmodul ist noch wenig bekannt, obgleich — innerhalb der gewöhnlichen Wärmegrade — mehrere Versuche vorliegen[2]). Diese Versuche erstrecken sich indessen nur auf wenige Körper, so daß man im allgemeinen darauf angewiesen ist, den Elasticitätsmodul des Mauerwerkes auf Umwegen zu berechnen, und zwar entweder aus den Einzelwerthen der Baustoffe, wie Hartig vorschlägt, oder aus den Schwingungszeiten der Schornsteine bei Schwankungen, oder endlich aus Belastungsversuchen mit größeren Bauwerken, deren elastische Formänderungen gemessen wurden (Oesterr. Gewölbeausschuß). Daß hierbei sehr erhebliche Irrthümer unterlaufen, ist einleuchtend.

Häufig übertreffen die in den Schornsteinen auftretenden Wärmespannungen, welche sowohl lothrecht wirken, als auch wagerechte Ringspannungen in den einzelnen Schichten des Schornsteins hervorrufen, die Winddruckspannungen, namentlich wenn kein selbstständiges Futter aus feuerfesten Steinen vorhanden ist[3]). Die Innenseite des Schornsteinmantels wird im Betriebe stärker erwärmt, als die Außenseite, der Mantel dehnt sich innen stärker aus als auf der Außenseite und bewirkt sowohl eine Vergrößerung des Umfanges als auch ein Wachsen der Höhe des Schornsteins. Unter Umständen kann der Höhenunterschied zwischen innen und außen so groß werden, daß die Lagerfugen außen klaffen und der Schornstein den Windangriffen gegenüber weniger widerstandsfähig wird. Thatsächlich hat man beobachtet, daß geheizte Schornsteine dem Sturm weniger widerstehen als ungeheizte gleicher Art.

Diese Wärmespannungen zahlenmäßig zu bestimmen, stößt auf erhebliche Schwierigkeiten, eben weil die Unterlagen fehlen, keine ausreichenden Erfahrungen über die Elasticitäts- und Wärmeausdehnungszahlen des Mauerwerkes vorliegen. Wie bereits erwähnt, würden umfassende Versuche zur Auffindung dieser Zahlen von großem Werthe sein. Sie erfordern indessen kostspielige Einrichtungen, viel Zeit und Raum.

Wenn daher die vorstehend geschilderten Versuche den Gegenstand keineswegs vollständig erschöpfen, so dürften doch die mitgetheilten Versuchsergebnisse einen brauchbaren Beitrag zu

---

[1]) Vergl. G. Lang: Der Schornsteinbau. Helwing, Hannover 1896.

[2]) Mörtel und Beton: Hartig, Civilingenieur 1893 S. 435, 1894 S. 722. Bach, Zeitschr. d. Vereins deutscher Ingenieure 1895 S. 489. Ziegelsteine: Hartig, Civilingenieur 1893 S. 320. Bericht des österr. Gewölbeausschusses S. 42. Mauerwerk: Bauschinger, Mittheilungen Heft 18.

[3]) Nach Lang a. a. O. betragen annähernd für unsere gewöhnlichen einmanteligen Schornsteine mittlerer Größe aus guten Preßziegeln in verlängertem Cementmörtel bei 200 C° der Rauchgase und — 20 C° der Außenluft die Wärmespannungen in den Oberflächenschichten in der Nähe der Schaftsohle etwa + 11 und — 16 kg/qcm. Sie können bei besonders heißen Rauchgasen und dicken Mauern auf + 18 bezw. — 25 kg/qcm steigen und müssen dann durch ein feuerfestes Futter herabgedrückt werden. In den oberen Trommeln nehmen die Wärmespannungen entsprechend der Mauerdicke ab. Bei Schornsteinen mit Futter betragen die Wärmespannungen im Außenmantel etwa + 6 bezw. — 9 kg/qcm und noch weniger.

den Grundlagen für die Berechnung hoher Schornsteine bilden. Sie zeigen deutlich die Ueberlegenheit der gelochten Kaminsteine vor den radialen Vollsteinen. Vielfach hat man bisher wohl großen Werth auf ausreichende Druckfestigkeit der Steine gelegt, die selbst mit wenig guten Steinen noch hoch genug zu erreichen ist, dagegen die Haftfestigkeit des Mörtels am Steine — wegen mangelnder Kenntniß der entsprechenden Zahlen — unrichtig bewerthet, zumeist wohl zu hoch, zuweilen aber auch zu niedrig in die Rechnung eingestellt.

Bastine[1]) legt beispielsweise seinen Berechnungen einen verlängerten Cementmörtel aus 1 Theil Cement, 4 Theilen Teplitzer Kalk und 10 Theilen Elbsand zu Grunde, der nach einem Berichte der Prüfungsanstalt für Baumaterialien an den technischen Staatslehranstalten zu Chemnitz[2]) nach 28 Tagen Erhärtungsdauer 3,14 kg/qcm und nach 90 Tagen 6,62 kg/qcm Zugfestigkeit ergeben hat, nach demselben Berichte aber für gelochte Radialsteine aus hartgebranntem Thon nach 75 Tagen erst 0,53 kg/qcm Haftfestigkeit des Mörtels am Steine aufwies.

Es handelt sich hier um einen Mörtel, der bei ähnlichem Mischungsverhältniß von Bindemittel zu Sand (1 : 2) weit weniger Festigkeit ergeben hat als der zu den vorstehenden Versuchen benutzte verlängerte Cementmörtel, in welchem der Cement überwiegt und demgemäß in der Festigkeit mehr zur Geltung kommt.

Ob es wirthschaftlich richtig, oder praktisch zulässig ist, einen solchen Cementkalkmörtel für Schornsteinbauten zu verwenden, kann hier nicht erörtert werden, es sei nur erwähnt, daß bei der Wahl des Schornsteinmörtels auch Bedacht auf ausreichende Hitzebeständigkeit genommen werden muß und daß man deshalb — weil erfahrungsgemäß Kalkmauerwerk der Hitze besser widerstehen soll als Cementmauerwerk — gewöhnlich den Sockel des Schornsteines in Kalkmörtel, den Schornsteinschaft dagegen in verlängertem Cementmörtel mauert. Dabei läßt man den Cementzusatz von unten nach oben so zunehmen, daß in den oberen Schichten der Cement überwiegt.

Des Beispiels wegen soll nachstehend ein Schornstein unter der Annahme statisch berechnet werden, daß die in der Versuchsanstalt geprüften radialen Lochsteine verwendet werden und der für die Probekörper benutzte Mörtel 1 : 1 : 3 im gefährlichen Querschnitt Anwendung gefunden hat.

Bei der Berechnung benutze ich die von Bastine aufgestellten Formeln und folge einem von ihm angeführten Beispiel.

Es handle sich um einen Schornstein von 1,80 m oberer Lichtweite, 5,00 m hohen Absätzen des 30 m hohen Schaftes und rechteckigem Sockel von 7 m Höhe (Fig. 13).

Der gefährliche Querschnitt liegt bei dieser Konstruktion in cd, wobei angenommen ist, daß nur der runde Schaft über der Fuge cd Winddruck erhält, daß also der Sockel vom Winde nicht getroffen werden kann. Von der Berechnung von Sockel und Unterbau soll abgesehen werden.

---

[1]) Berechnung und Bau hoher Schornsteine. Vortrag, gehalten im sächsischen Bezirksverein deutscher Ingenieure am 28. April 1896 von P. Bastine, Bauinspektor im Baupolizeiamte der Stadt Leipzig. Verlag von Arthur Felix, Leipzig 1898.

[2]) Civilingenieur 1892 S. 371.

a. Gewichtsberechnung des Schaftes.

Denkt man sich den koniſchen Schornſteinſchaft aus lauter Hohlcylindern von $h_x = 5{,}0$ m Höhe zuſammengeſetzt, deren Durchmeſſer gleich den Durchmeſſern in den Mitten der Abſatzhöhen ſind (Fig. 14), dann iſt das Gewicht eines Abſatzes

$$G_x = \left(D_x^2 \frac{\pi}{4} - d_x^2 \frac{\pi}{4} \right) h_x \cdot \gamma$$

worin γ das Gewicht für 1 cbm Schaftmauerwerk iſt.

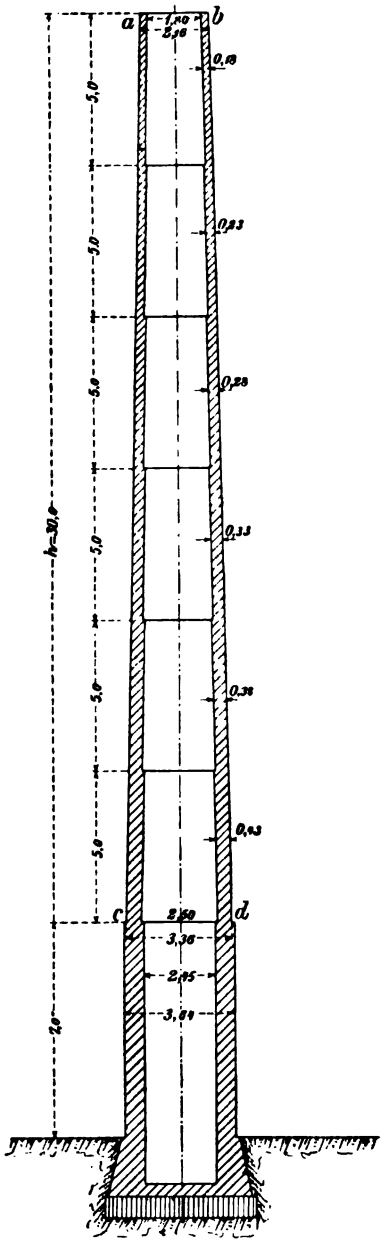


Fig. 13.

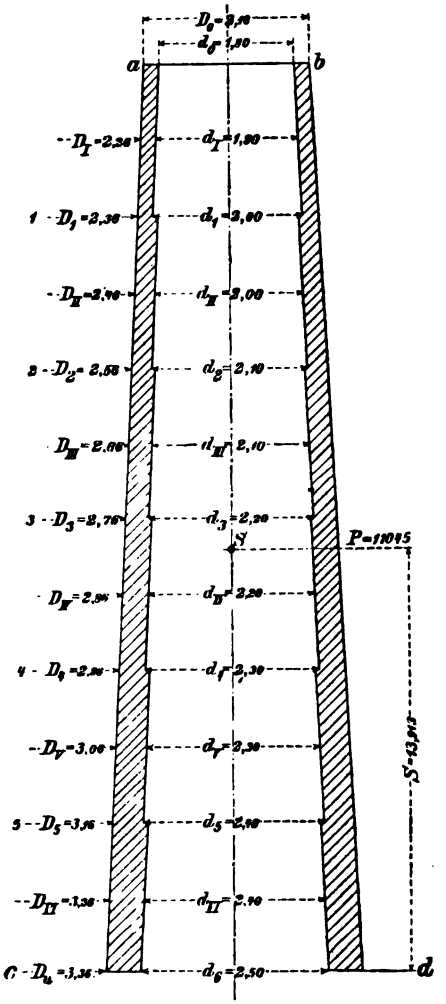


Fig. 14.

Die etwa vorhandenen Gesimse können vernachlässigt werden. Der oberste Durchmesser $d_0 = 1{,}80$ m und die Mauerstärken sind gegeben. Die Zunahme des äußeren Durchmessers D_0 für 1,0 m Höhe beträgt 0,04 m. Die hiernach berechneten äußeren und inneren Durchmesser sind in Fig. 14 eingeschrieben.

Da 1 cbm Schaftmauerwerk im vorliegenden Falle 1900 kg wiegt, so berechnen sich die Gewichte der Schafttheile nach der oben angegebenen Gleichung in folgender Weise:

$$D_I^2 \frac{\pi}{4} = 2{,}26^2 \frac{\pi}{4} = 4{,}0115$$

$$- d_I^2 \frac{\pi}{4} = - 1{,}90^2 \frac{\pi}{4} = 2{,}8353$$

$$G_I = 1{,}1762 \cdot 5{,}0 \cdot 1900 = \text{rund } 11\,174 \text{ kg.}$$

In gleicher Weise berechnet sich G_{II}, G_{III} u. s. f. und das Gesammtgewicht

$$\Sigma G = 138000 \text{ kg.}$$

b. Winddruck auf den runden Schaft.

Ist

P der gesammte, in wagerechter Richtung auf eine Schornsteinsäule wirkende Winddruck,

F dessen Vertikalprojektion und

p der Winddruck auf 1 qm rechtwinklig getroffener Fläche,

so wird

$$P = \eta \cdot p \cdot F$$

worin η eine von der Form der vom Winde getroffenen Fläche abhängige Erfahrungszahl ist.

Nach Pinzger ist der Werth für $\eta = 0{,}667$.

Im gegebenen Falle ist die Vertikalprojektion des Schaftes eine trapezförmige ebene Fläche von der Höhe h, der oberen Breite D_o und der unteren Breite D_u mithin

$$F = \frac{D_u + D_o}{2} \cdot h$$

und

$$P = 0{,}667 \frac{D_u + D_o}{2} \cdot h\, p.$$

Die Größe des Winddruckes p schwankt mit den sehr abweichenden Angaben über die herrschenden Windgeschwindigkeiten innerhalb ziemlich weiter Grenzen und wird damit unsicher. Nach einem Gutachten der preußischen Akademie des Bauwesens vom 13. Juli 1889 wird die Annahme eines Winddruckes von 125 kg auf 1 qm rechtwinklig getroffene Fläche für die Berechnung hoher Bauwerke auf geringer Grundfläche als genügend erklärt, wenn dabei die Resultante aus dem Eigengewicht des über dem gefährlichen Querschnitte liegenden Theiles des Bauwerkes und dem darauf wirkenden, am ungünstigsten gerichteten stärksten Winddrucke noch innerhalb des Mauerwerkes verbleibt und dessen äußerem Rande nicht so nahe tritt, daß σ_B rechnerisch erreicht wird.

Das Gutachten der Akademie ist vom Ministerium der öffentlichen Arbeiten sämmtlichen preußischen Baubehörden durch Rundschreiben vom 25. Juli 1889 zur Beachtung zugestellt worden, in einem „Nachtrage zur Geschäftsordnung für das technische Bureau" 1890 aber

dahin erweitert worden, daß $p = 125$ kg/qcm nur als kleinster Werth zu betrachten und bei allen freistehenden Gebäuden nöthigenfalls bis auf 250 kg/qcm zu erhöhen ist[1]).

Bastine empfiehlt, mit 150—200 kg Druck auf 1 qm rechtwinklig getroffener Fläche zu rechnen, der einer Windgeschwindigkeit von etwa 35—40 m/sec entspricht.

In dem vorliegenden Beispiel sei der Winddruck

$$p = 200 \text{ kg/qm}$$

eingesetzt, der nach der internationalen Beaufortschen Windtafel[2]) allerdings schon einem Orkan, dem stärksten Sturme, entspricht.

Mit diesem Werthe erhält man den Winddruck auf den über der Fuge cd stehenden Theil des Schornsteines

$$P = 0{,}667 \frac{3{,}36 + 2{,}16}{2} \cdot 30 \cdot 200 = 11045 \text{ kg}.$$

c. Windmoment.

Das Biegungsmoment, welches der Winddruck hervorruft, ist

$$M = Ps.$$

Hierin muß s noch bestimmt werden und ergiebt sich für den über cd stehenden Theil des Schornsteines nach der Formel

$$s = \frac{h}{3} \cdot \frac{D_u + 2\,D_o}{D_u + D_o} \text{ auf}$$

$$s = \frac{30}{3} \cdot \frac{3{,}36 + 2 \cdot 2{,}16}{3{,}36 + 2{,}16} = 13{,}913 \text{ m}.$$

Mithin $M = 11045 \cdot 13{,}913 = 153839$ mkg.

d. Inhalt und Widerstandsmoment der Fläche cd.

Aus Fig. 14 lassen sich die zu den bereits berechneten äußeren Durchmessern D gehörigen lichten Durchmesser d ablesen.

Damit ergeben sich die Querschnittsflächen aus

$$f_x = D_x^2 \frac{\pi}{4} - d_x^2 \frac{\pi}{4},$$

und die Fläche in der Fuge cd auf $f = 3{,}9581$ qm.

Die entsprechenden Widerstandsmomente, die hier ohne Umrechnung aus den Trägheitsmomenten berechnet werden sollen, ergeben sich aus

$$w_x = \frac{i_x}{1/2\,D_x} = \frac{0{,}0491\,(D_x^4 - d_x^4)}{1/2\,D_x}$$

(da das Widerstandsmoment für den ringförmigen Querschnitt allgemein $= 0{,}0982 \frac{D_x^4 - d_x^4}{D_x}$).

Das Widerstandsmoment für die Fuge cd ist somit

$$w = \frac{0{,}0491\,(3{,}36^4 - 2{,}50^4)}{1/2 \cdot 3{,}36} = 2{,}583378 \text{ m}^3$$

---

[1]) Nach v. Reiche soll die Standfestigkeit eines Schornsteines so bemessen werden, daß derselbe erst bei einem specifischen Winddruck $p \geq 300$ kg/qm umkippt.

In Oesterreich ist es gebräuchlich, $p = 150$ kg/qm in die Rechnung einzusetzen.

[2]) Des Ingenieurs Taschenbuch. 15. Auflage Berlin 1893.

e. Beanspruchung des Mauerwerkes in der Fuge cd.

Nach den vorstehenden Gleichungen wird die Beanspruchung im Windschatten

$$k_x = \frac{G_x}{f_x} + \frac{M_x}{w_x}$$

und an der Windseite

$$k_x^1 = \frac{G_x}{f_x} - \frac{M_x}{w_x}$$

das ist für die Fuge cd

im Windschatten $k = \frac{138\,000}{3{,}9581} + \frac{153\,839}{2{,}583378}$

$= 34\,865 + 59\,550$

$= 94\,415$ kg/qm (Druck)

an der Windseite $k^1 = 34\,865 - 59\,550$

$= -14\,685$ kg/qm (Zug).

Auf 1 qcm bezogen, ergeben diese Beanspruchungen:

$k = 9{,}44$ kg/qcm Druck

$k^1 = 1{,}47$ kg/qcm Zug.

Nun ist zu entscheiden, ob bei einer Ausführungsweise, wie sie das vorliegende Beispiel annimmt, die im gefährlichen Querschnitt cd auftretenden Spannungen für das verwendete Material zulässig sind oder nicht.

Bezüglich der größten Druckspannung von 9,44 kg/qcm ist dies ohne weiteres der Fall, denn nach den Versuchen beträgt die mittlere Druckfestigkeit des (möglicherweise schon beschädigten) Lochsteinmauerwerkes nach 9 Monaten 224 kg/qcm und die Druckfestigkeit des Körpers aus zwei Steinen und einer Fuge von 5 cm Dicke nach 28 Tagen Erhärtung schon 96 kg/qcm, so daß also selbst im ungünstigsten Falle noch zehnfache Sicherheit gegen Zerstörung durch Druck gegeben ist[1]).

Bezüglich der größten Zugbeanspruchung liegen die Verhältnisse wesentlich anders. Nimmt man auch hier die übliche zehnfache Sicherheit an, so müßte das Schaftmauerwerk eine Zugfestigkeit von

$$10 \cdot 1{,}47 = 14{,}7 \text{ kg/qcm}$$

besitzen.

Nun kommt aber in dem Schaftmauerwerk weniger die reine Zugfestigkeit des Mörtels in Frage, da nur die von Lagerfuge zu Lagerfuge reichenden Mörtelkörper in den Stoßfugen und in den Löchern der Steine mit einiger Sicherheit voll auf Zug in Anspruch genommen werden können, vielmehr hat man es hauptsächlich mit der Haftfestigkeit des Mörtels am Steine zu thun.

Nach Pinzger[2]) sind Schornsteine derart zu bauen, daß bei einem specifischen Winddrucke von $w = 200$ kg/qm höchstens eine Zugspannung von 5 kg/qcm im Mauerwerk

[1]) Bezüglich des zulässigen Druckes im Mauerwerk sind folgende Zahlen gebräuchlich:

Gewöhnliches Ziegelmauerwerk bis 7 kg/qcm

Ziegelmauerwerk in Cementmörtel bis 11 kg/qcm

Bestes Klinkermauerwerk in Cementmörtel bis 15 kg/qcm.

Vergl.: „Baukunde des Architekten", Berlin 1890, Ernst Töche, und „Der Fabrikschornstein" von Fr. Pietzsch, Freiberg i. S. 1896, Craz und Gerlach.

[2]) Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1884, S. 584.

auftritt. Pietzsch[1]) ist auf Grund zahlreicher Untersuchungen moderner (runder) Schornsteine zu dem Ergebniß gelangt, daß man in den Fugen eines mit Cementmörtel gemauerten Schornsteines Zugspannungen je nach der Stärke des Winddruckes bis 2,5 kg/qcm als zulässig erachten kann.

In dem vorliegenden Beispiel beträgt die Haftfestigkeit des Mörtels am Stein nach 28 Tagen erst 2,6 kg/qcm und sogar nach 3 Monaten erst 3,9 kg/qcm. Bei dieser Last waren auch die in den Löchern der Steine sitzenden Mörtelzapfen abgerissen. Wenn man nun auch annimmt, daß im Mauerwerk durch das Mitwirken der Stoßfuge noch eine geringe Erhöhung der specifischen Zugfestigkeit erreicht wird, so würde doch nach 28 Tagen Alter der Schornstein erst etwa 2 fache Sicherheit gegen Abreißen auf der Windseite gewähren.

Man ersieht aus den Versuchen, daß man zu falschen Schlüssen kommt, wenn man die am reinen Mörtel ermittelte Zugfestigkeit der Rechnung für die Zugbeanspruchung im Schornsteine zu Grunde legt.

In dem Beispiel wurde die Zugfestigkeit des Mörtels, an normenmäßig, d. h. in üblicher Weise durch Einschlagen des erdfeuchten Mörtels hergestellten Probekörpern ermittelt, nach 28 Tagen auf 28,7 kg/qcm festgestellt. Wenn diese Festigkeit auch in der Fuge des Mauerkörpers erreicht würde, dann hätte selbst in der Annahme, daß nur die Mörtelzapfen in den Steinlöchern (deren wirksamer Querschnitt mit 75 qcm angenommen ist) allein die Zugspannungen aufnehmen, die Bruchlast beim Auseinanderreißen der kreuzweise aufeinander gemauerten Steine nach 28 Tagen rund 2150 kg betragen müssen, während sie in Wirklichkeit nur etwas mehr als den dritten Theil, nämlich 736 kg betrug.

Nimmt man an, daß die Zugspannung im Punkte d des Querschnittes c d größer würde als die Zugfestigkeit und Haftfestigkeit des Mörtels in diesem Querschnitt, oder daß der Schornstein ohne Mörtel aufgebaut ist, so müßte die Lagerfuge c d windseitig, also bei d reißen. In diesem Falle müßte der Schornstein umkippen, wenn das Windmoment größer wäre als das Gewichtsmoment oder wenn durch das Aufreißen der Fuge bei d die Druckspannung bei c so groß würde, daß das Mauerwerk zerstört wird.

Ob einer dieser Fälle zutrifft, läßt sich leicht berechnen. In unserem Falle ist die Druckfestigkeit des Mauerwerkes so groß, daß keine Zerstörung zu befürchten steht, selbst wenn das Mauerwerk keine Zugspannung zu übertragen vermag und die Fuge c d bei d klafft.

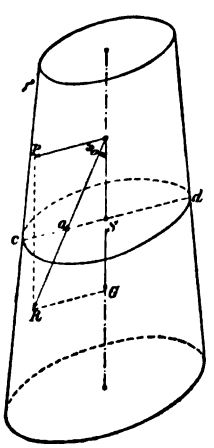


Fig. 15.

Betrachten wir nun noch kurz den Schubwiderstand. Stellt man sich den Schornstein als einen abgestumpften Kegel vor, in dessen Fuge c d der gefährliche Querschnitt liegt, so ruht auf dieser Fuge das Gewicht des darüber befindlichen Theiles G. Der Winddruck auf jenen Theil ist P. Beide Belastungen (Fig. 15) ergeben die Resultante R, welche die Fugenebene c d in einem Punkte a schneidet. Bringt man den Angriffspunkt der Resultante R nach a (Fig. 16), zerlegt diese rückwärts in die Horizontalkomponente P,

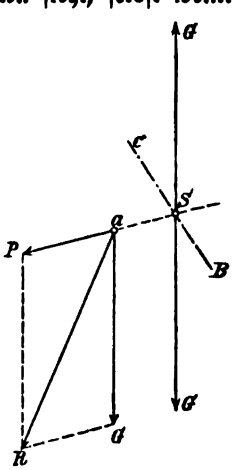


Fig. 16.

[1]) „Der Fabrikschornstein." S. 70.

deren Richtung durch den Punkt a und den Schwerpunkt S bestimmt ist, und in die Vertikalkomponente G und verlegt nun alle Kräfte nach dem Punkt S, so ergiebt sich eine Druckkraft G im Schwerpunkt S und ein Kräftepaar G, welches bestrebt ist, den Querschnitt um die Achse BC zu drehen. Die Schubkraft P dagegen sucht den Querschnitt in seiner Ebene zu verschieben.

Bezeichnet man die Beanspruchung gegen Abscheeren im Querschnitte F mit t, so ist

$$t = \frac{P}{F}$$

in unserem Falle $= \frac{11045}{39581} = 0{,}3$ kg/qcm rund.

Nach den Versuchen auf Widerstandsfähigkeit der Mauerwerksfuge gegen Beanspruchung durch Verschieben, die allerdings nicht ohne Biegungsspannungen ausgeführt werden konnten und also keine reinen Scheerversuche darstellen, beträgt die Scheerfestigkeit der Fuge nach 28 Tagen schon 11,4 kg/qcm[1]), so daß nach dieser Zeit bereits eine 38 fache Sicherheit gegen Schubbeanspruchung vorhanden ist.

Aehnliche Verhältnisse treffen in den meisten Fällen zu und es ist deshalb in der Praxis üblich, die durch den Winddruck hervorgerufene Schubbeanspruchung gegenüber der Biegungsspannung zu vernachlässigen.

---

4. Normalpapiere.

Vom Vorsteher der Abtheilung für Papierprüfung W. Herzberg.

In Heft 5 der „Mittheilungen" 1897 wurden statistische Uebersichten über die in den Jahren 1889—1896 seitens der Behörden verlangten und die ihnen gelieferten Papiere gegeben.

Unter Hinweis auf die dort gemachten Angaben soll in Nachfolgendem das Ergebniß der Zusammenstellungen für das Jahr 1897 mitgetheilt werden.

Zusammenstellung
der Eigenschaften der im Jahre 1897 im Auftrage von Behörden untersuchten Papiere.

I. Papiere, welche besser geliefert wurden als verlangt.

A.	Bezüglich der Stoff- und Festigkeitsklasse	1 Papiere	= 0,1 %	Zusammen 86 Papiere = 12,9 %
B.	„ „ Stoffklasse	8 „	= 1,2 „	
C.	„ „ Festigkeitsklasse	77 „	= 11,6 „	
II.	Papiere, welche geliefert wurden wie verlangt . . .	454 Papiere	= 68,2 %	
		Zusammen 540 Papiere	= 81,1 %	

III. Papiere, welche schlechter geliefert wurden als verlangt.

A.	Bezüglich der Stoffklasse	11 Papiere	= 1,6 %	Zusammen 126 Papiere = 18,9 %
B.	„ „ Festigkeitsklasse . . .	111 „	= 16,7 „	
C.	„ „ Stoff- und Festigkeitsklasse	4 „	= 0,6 „	

Im Ganzen sind also im Jahre 1897 im Auftrage von Behörden 666 Papiere untersucht worden, von denen, wie die vorstehende Zusammenstellung zeigt,

86 Papiere = 12,9 % besser geliefert wurden als verlangt,
454 „ = 68,2 „ geliefert wie verlangt und
126 „ = 18,9 „ schlechter geliefert als verlangt.

---

[1]) Nach Bauschinger beträgt die Scheerfestigkeit bei Cementmörtel 27—33 kg/qcm.

Den vorgeschriebenen Lieferungsbedingungen entsprachen also 540 Papiere = 81,1 %. —

Stellt man die Ergebnisse der Jahre 1889—1897 einander gegenüber, so ergiebt sich folgende Uebersicht:

Gegenüberstellung
der geforderten und vorhandenen Eigenschaften der in den Jahren 1889—1897 im Auftrage von Behörden untersuchten Papiere.

Lfd. Nr.	Jahr	Anzahl der geprüften Papiere	Besser geliefert als verlangt			Schlechter geliefert als verl.			Insgesammt			Den Bedingungen	
			bezüglich der Stoff- u. Festigkeitsklasse	bezüglich der Stoffklasse	bezüglich der Festigkeitsklasse	bezüglich der Stoffklasse	bezüglich der Festigkeitsklasse	bezüglich der Stoff- u. Festigkeitsklasse	besser geliefert als verlangt	geliefert wie verlangt	schlechter geliefert als verlangt	genügten	genügten nicht
			%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1	1889	266	1,9	3,8	4,1	15,4	24,8	8,3	9,8	41,7	48,5	51,5	48,5
2	1890	453	1,7	6,0	9,5	17,0	19,0	7,1	17,2	39,7	43,1	56,9	43,1
3	1891	440	3,9	4,5	10,0	13,9	15,4	7,5	18,4	44,8	36,8	63,2	36,8
4	1892	359	0,8	4,5	13,9	5,6	19,8	3,0	19,2	52,4	28,4	71,6	28,4
5	1893	438	0,2	0,9	23,7	4,6	8,0	2,5	24,8	60,1	15,1	84,9	15,1
6	1894	436	—	0,2	17,6	3,7	7,6	0,7	17,8	70,2	12,0	88,0	12,0
7	1895	409	—	—	15,4	5,9	11,7	2,0	15,4	65,0	19,6	80,4	19,6
8	1896	729	0,3	0,1	12,5	2,6	15,1	1,5	12,9	67,9	19,2	80,8	19,2
9	1897	666	0,1	1,2	11,6	1,6	16,7	0,6	12,9	68,2	18,9	81,1	18,9

Aus dieser Zusammenstellung geht hervor, daß das Verhältniß der vorschriftsmäßig gelieferten Papiere zu den nicht ausreichenden i. J. 1897 nahezu dasselbe geblieben ist wie im Jahre 1895 und 1896.

Die Art der Verstöße gegen die Lieferungsbedingungen ist aus nebenstehender Zusammenstellung ersichtlich.

Bei den Verstößen gegen die Festigkeit handelt es sich also theilweise um eine zu geringe Reißlänge (Minimum der Abweichung 25 m, Maximum 625 m), theils um eine zu geringe Dehnung (Minimum 0,1 %, Maximum 0,9 %), theils um einen zu geringen Widerstand gegen Zerknittern (Minimum eine Stufe, Maximum vier Stufen). In 33 Fällen ist gegen zwei dieser drei Festigkeitseigenschaften gleichzeitig verstoßen, in vier Fällen gegen alle drei.

Bei den Verstößen gegen die Stoffklasse handelt es sich theils um einen zu hohen Aschengehalt (Minimum der Ueberschreitung 0,2 %, Maximum 9,5 %), theils um einen zu hohen Gehalt an Cellulose bei den Papieren der Stoffklasse II (Minimum der Ueberschreitung 10 %, Maximum 70 %), in einem Falle um einen geringen Gehalt an Holzcellulose und Jute bei einem Aktendeckel 7a, welcher aus reinen Lumpen (Leinen und Baumwolle) hergestellt sein soll. Ein Druckpapier 8a, welches gleichfalls aus Lumpen bestehen soll, enthielt 90 % Holz- und Strohcellulose.

Die Art der Verstöße muß also im Allgemeinen, abgesehen von den Fällen, in denen der Widerstand gegen Zerknittern um zwei und mehr Stufen zu gering ausgefallen ist, sowie abgesehen von den unter C 2—3 aufgeführten Fällen, welche wohl besonderen Umständen ihr Vorkommen verdanken, als geringfügig angesehen werden.

Bedauerlich bleibt es allerdings, daß immer noch Fälle vorkommen wie die unter A 1, 3, 6, 11 u. s. w. aufgeführten, in denen der Widerstand gegen Zerknittern um 3 ja um 4 Stufen (Nr. A 1) hinter dem verlangten Grad zurückbleibt; solche Verstöße sollten nicht erst in der Versuchsanstalt festgestellt werden. Wer sich nur einigermaßen mit der Papierprüfung vertraut gemacht hat, hätte sich leicht davon überzeugen können, daß z. B. das unter

Zusammenstellung der im Jahre 1897 bei Behördenlieferungen festgestellten Verstöße gegen die Lieferungsbedingungen.

Laufende Nr.	Verwendungsklasse	Eigenschaften: verlangte Stoffklasse	verlangte Festigkeitsklasse	vorhandene Stoffklasse	vorhandene Festigkeitsklasse	Abweichung bezüglich des Stoffgehaltes	Aschengehalt zu groß um %	Reißlänge zu klein um m	Dehnung zu klein um %	Widerstand gegen Zerknittern	Firma Nr.
						A. Bezüglich der Festigkeitsklasse.					
1	3a	II	3	II	6	—	—	—	0,3	1 statt 5	1
2	3b	II	4	II	6	—	—	—	0,3	2 „ 4	1
3	3b	II	4	II	6	—	—	—	0,4	1 „ 4	1
4	3b	II	4	II	6	—	—	—	—	2 „ 4	1
5	4a	III	*	III	5	—	—	—	0,2	3 „ 4	1
6	4a	III	*	III	6	—	—	—	0,6	1 „ 4	1
7	4a	III	*	III	5	—	—	—	0,3	3 „ 4	1
8	4a	III	*	III	5	—	—	—	0,1	3 „ 4	1
9	4a	III	*	III	5	—	—	—	0,1	3 „ 4	1
10	4b	III	4	III	5	—	—	—	0,2	—	1
11	4b	III	4	III	6	—	—	—	0,4	1 statt 4	1
12	4b	III	4	III	5	—	—	—	0,2	3 „ 4	1
13	2a	I	2	I	3	—	—	200	0,2	5 „ 6	3
14	3a	II	3	II	4	—	—	—	0,2	4 „ 5	4
15	3a	II	3	II	4	—	—	—	0,1	—	4
16	3a	II	3	II	4	—	—	—	0,1	—	4
17	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 statt 4	5
18	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	5
19	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	5
20	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	6
21	3a	II	3	II	5	—	—	—	—	3 „ 5	6
22	3a	II	3	II	5	—	—	25	—	3 „ 5	6
23	3a	II	3	II	4	—	—	50	—	4 „ 5	6
24	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	6
25	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	6
26	3a	II	3	II	5	—	—	—	—	3 „ 5	6
27	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	7
28	2a	I	2	I	3	—	—	150	—	—	9
29	3a	II	3	II	4	—	—	100	—	—	9
30	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 statt 5	9
31	4b	III	4	III	6	—	—	—	0,1	1 „ 4	10
32	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	12
33	4b	III	4	III	6	—	—	—	—	2 „ 4	13
34	2a	I	2	I	3	—	—	—	0,2	—	14
35	2a	I	2	I	3	—	—	—	0,2	—	14
36	2a	I	2	I	3	—	—	50	—	—	14
37	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 statt 5	14
38	3a	II	3	II	4	—	—	100	—	4 „ 5	14
39	3a	II	3	II	4	—	—	25	—	4 „ 5	14
40	3a	II	3	II	4	—	—	50	0,2	4 „ 5	14
41	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	14
42	4b	III	4	III	5	—	—	—	0,2	3 „ 4	14
43	4a	III	*	III	5	—	—	—	0,3	3 „ 4	15
44	4a	III	*	III	5	—	—	—	0,2	3 „ 4	15
45	4a	III	*	III	4	—	—	—	0,1	—	15
46	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 statt 4	15
47	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	15
48	2a	I	2	I	3	—	—	—	0,1	—	17
49	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 statt 5	18

* Reißlänge = 3500 m, Dehnung = 2,75 %, Widerstand gegen Zerknittern = 4.

Laufende Nr.	Verwendungsklasse	Eigenschaften verlangte Stoffklasse	Eigenschaften verlangte Festigkeitsklasse	Eigenschaften vorhandene Stoffklasse	Eigenschaften vorhandene Festigkeitsklasse	Abweichung bezüglich des Stoffgehaltes	Aschengehalt zu groß um %	Reißlänge zu klein um m	Dehnung zu klein um %	Widerstand gegen Zerknittern	Firma Nr.
50	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 statt 5	18
51	3a	II	3	II	5	—	—	—	—	3 „ 5	18
52	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	18
53	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	18
54	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	18
55	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	18
56	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	18
57	4a	III	*	III	5	—	—	—	0,3	3 „ 4	21
58	2a	I	2	I	3	—	—	—	0,1	—	23
59	4a	III	*	III	5	—	—	—	0,1	3 statt 4	23
60	3a	II	3	II	4	—	—	—	0,1	—	26
61	3b	II	4	II	6	—	—	—	—	2 statt 4	27
62	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	27
63	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	27
64	3a	II	3	II	4	—	—	—	0,4	—	29
65	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 statt 4	34
66	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	40
67	2a	I	2	I	3	—	—	75	0,3	5 „ 6	41
68	3a	II	3	II	4	—	—	50	—	—	41
69	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 statt 5	41
70	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	41
71	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	41
72	4a	III	*	III	6	—	—	—	—	2 „ 4	41
73	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	41
74	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	41
75	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	41
76	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	41
77	3a	II	3	II	4	—	—	—	0,3	—	43
78	3a	II	3	II	4	—	—	—	0,2	4 statt 5	43
79	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	43
80	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	43
81	4a	III	*	III	5	—	—	—	0,4	—	43
82	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 statt 5	44
83	4a	III	*	III	4	—	—	—	0,1	—	44
84	4b	III	4	III	6	—	—	—	0,3	2 statt 4	49
85	2b	I	3	I	4	—	—	—	—	4 „ 5	50
86	2b	I	3	I	4	—	—	100	—	4 „ 5	50
87	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	51
88	3a	II	3	II	4	—	—	—	0,1	—	52
89	4a	III	*	III	4	—	—	—	0,2	3 statt 4	53
90	4a	III	*	III	4	—	—	—	0,2	—	53
91	4a	III	*	III	4	—	—	—	0,5	—	57
92	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 statt 4	59
93	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	61
94	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	61
95	4b	III	4	III	6	—	—	—	0,2	2 „ 4	61
96	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	61
97	4b	III	4	III	6	—	—	—	0,4	1 „ 4	†
98	7b	III	2500 / 2,5	III	3375 / 2,4	—	—	—	0,1	—	†
99	8b	III	4	III	6	—	—	—	0,7	3 statt 4	†
100	7b	III	2500 / 2,5	III	3400 / 2,1	—	—	—	0,4	—	†

* Reißlänge = 3500 m, Dehnung = 2,75 %, Widerstand gegen Zerknittern = 4.

† Papiere ohne Wasserzeichen.

Laufende Nr.	Verwendungsklasse	Eigenschaften verlangte Stoffklasse	verlangte Festigkeitsklasse	vorhandene Stoffklasse	vorhandene Festigkeitsklasse	Abweichung bezüglich des Stoffgehaltes	Aschengehalt zu groß um %	Reißlänge zu klein um m	Dehnung zu klein um %	Widerstand gegen Zerknittern	Firma Nr.
101	8b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 statt 4	†
102	8c	IV	6	IV	—	—	—	—	0,5	0 „ 1	†
103	6	IV	5	IV	6	—	—	—	0,2	2 „ 3	†
104	6	IV	5	IV	6	—	—	—	—	1 „ 3	†
105	—	IV	5	IV	6	—	—	—	—	2 „ 3	†
106	8a	I	4	I	6	—	—	625	0,2	2 „ 4	†
107	8c	IV	6	IV	—	—	—	—	0,3	0 „ 1	†
108	6	IV	5	IV	6	—	—	—	0,3	1 „ 3	†
109	—	IV	5	IV	6	—	—	—	0,2	2 „ 3	†
110	8b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	†
111	—	IV	5	IV	6	—	—	—	0,2	—	†
						B. Bezüglich der Stoffklasse.					
1	3b	II	4	III	4	Etwa 40% Holzcellulose.	1,0	—	—	—	4
2	3b	II	4	III	4	„ 35% „	0,6	—	—	—	6
3	3b	II	4	III	4	—	1,7	—	—	—	6
4	3a	II	3	III	3	—	1,6	—	—	—	14
5	3a	II	3	III	3	—	0,4	—	—	—	14
6	3b	II	4	III	4	—	0,2	—	—	—	18
7	3b	II	4	III	4	Etwa 35% Holz- und Strohcellulose.	—	—	—	—	32
8	3b	II	4	III	4	„ 40% „ „ „	—	—	—	—	40
9	3b	II	4	III	4	„ 35% Holzcellulose.	—	—	—	—	41
10	3b	II	4	III	4	—	1,0	—	—	—	50
11	7a	I	2500 / 3,5	IV	3150 / 5,8	Etwa 5% Holzcellulose und 5% Jute.	—	—	—	—	†
						C. Bezüglich der Stoff- und Festigkeitsklasse.					
1	3b	II	4	III	5	Etwa 35% Holzcellulose.	—	—	—	3 statt 4	43
2	3a	II	3	III	5	„ 95% Holz- und Strohcellulose.	9,5	—	0,9	3 „ 5	†
3	8a	I	4	IV	5	„ 90% „ „ „	9,3	125	—	3 „ 4	†
4	4a	III	3500 / 2,75 / 4	IV	6	—	0,9	—	0,45	2 „ 4	†

A 1 aufgeführte 3a im Widerstand gegen Zerknittern bei Weitem nicht ausreicht; solche Machungen sollten die Fabrik überhaupt nicht verlassen; sie liefern den Beweis dafür, daß es an manchen Stellen mit der Prüfung der Waare vor ihrem Abgang recht leicht genommen wird.

In mehrfach wiederholten Fällen sind an Verstößen gegen die gewährleisteten Eigenschaften, soweit es sich um Wasserzeichenpapiere handelt, die Firmen 1, 6, 14, 18, 41 betheiligt, auf welche 52 der nicht genügenden Papiere entfallen.

Es rühren her

12	nicht	genügende	Papiere	von	der	Firma	1
9	„	„	„	„	„	„	6
11	„	„	„	„	„	„	14
9	„	„	„	„	„	„	18
11	„	„	„	„	„	„	41

† Papiere ohne Wasserzeichen.

Während der Prozentsatz der den Behörden gelieferten genügenden Papiere annähernd derselbe geblieben ist wie im Jahre 1896, hat sich das Verhältniß bei Lieferungen an Private, soweit der Versuchsanstalt die der Lieferung zu Grunde gelegten Bedingungen bekannt geworden sind, wiederum verschlechtert und die Zahl der nicht genügenden Papiere erreichte in dem Jahre 1897 eine Höhe wie noch nie zuvor.

Zusammenstellung
der Eigenschaften der im Jahre 1897 im Auftrage von Privaten untersuchten Papiere.

I. Papiere, welche besser geliefert wurden als verlangt.

A.	Bezüglich der Stoff- und Festigkeitsklasse	— Papiere	= — %	Zusammen 7 Papiere = 6,4 %
B.	„ „ Stoffklasse	— „	= — „	
C.	„ „ Festigkeitsklasse	7 „	= 6,4 „	
II.	Papiere, welche geliefert wurden wie verlangt . . .	65 „	= 59,1 %	
		Zusammen 72 Papiere	= 65,5 %	

III. Papiere, welche schlechter geliefert wurden als verlangt.

A.	Bezüglich der Stoffklasse	2 Papiere	= 1,8 %	Zusammen 38 Papiere = 34,5 %
B.	„ „ Festigkeitsklasse	34 „	= 30,9 „	
C.	„ „ Stoff- und Festigkeitsklasse	2 „	= 1,8 „	

Im Ganzen sind also im Jahre 1897 im Auftrage von Privaten 110 Papiere vollständig untersucht worden, von denen die Lieferungsbedingungen bekannt waren; von diesen wurden

7 Papiere = 6,4 % besser geliefert als verlangt,
65 „ = 59,1 „ geliefert wie verlangt,
38 „ = 34,5 „ schlechter geliefert als verlangt.

Den vorgeschriebenen Lieferungsbedingungen entsprachen also 72 Papiere = 65,5 %. Stellt man die Ergebnisse der Jahre 1890—1897 gegenüber, so ergiebt sich folgende Uebersicht.

Gegenüberstellung
der geforderten und vorhandenen Eigenschaften der in den Jahren 1890—1897 im Auftrage von Privatleuten untersuchten Papiere.

Lfd. Nr.	Jahr	Anzahl der geprüften Papiere	Besser geliefert als verlangt			Geliefert wie verlangt	Schlechter geliefert als verlangt			Den Bedingungen	
			bezüglich der Stoff- und Festigkeitsklasse	bezüglich der Stoffklasse	bezüglich der Festigkeitsklasse		bezüglich der Stoffklasse	bezüglich der Festigkeitsklasse	bezüglich der Stoff- und Festigkeitsklasse	genügten	genügten nicht
			%	%	%	%	%	%	%	%	%
1	1890	66	—	1,5	19,7	53,0	7,6	16,7	1,5	74,2	25,8
2	1891	96	1,0	1,0	22,9	56,3	2,1	15,6	1,0	81,3	18,7
3	1892	236	0,8	3,4	14,4	55,5	5,1	17,8	3,0	74,1	25,9
4	1893	146	—	—	23,3	48,6	4,1	22,6	1,4	71,9	28,1
5	1894	81	—	—	9,9	63,0	1,2	25,9	—	72,9	27,1
6	1895	65	—	—	23,1	55,4	9,2	12,3	—	78,5	21,5
7	1896	73	—	—	13,7	58,9	8,2	17,8	1,4	72,6	27,4
8	1897	110	—	—	6,4	59,1	1,8	30,9	1,8	65,5	34,5

Die Art der Verstöße ist aus nachstehender Zusammenstellung ersichtlich.

Zusammenstellung der im Jahre 1897 bei Privatlieferungen festgestellten Verstöße gegen die Lieferungsbedingungen.

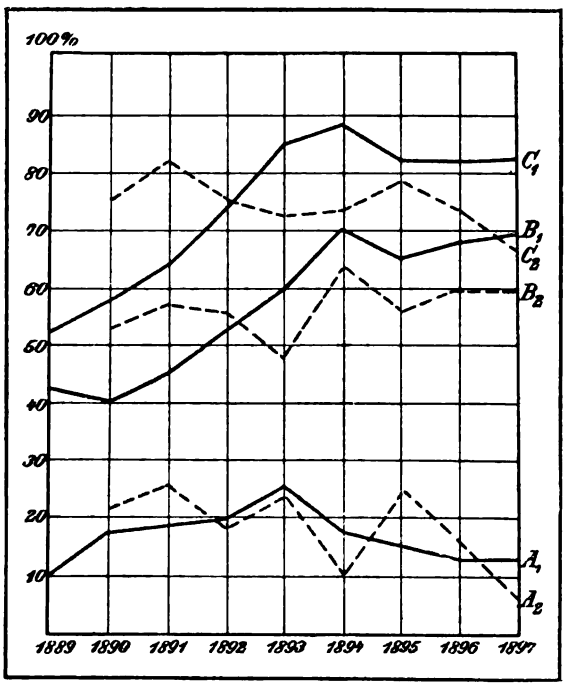
Laufende Nr.	Verwendungsklasse	Eigenschaften: verlangte Stoffklasse	verlangte Festigkeitsklasse	vorhandene Stoffklasse	vorhandene Festigkeitsklasse	Abweichung bezüglich des Stoffgehaltes	Aschengehalt zu groß um %	Reißlänge zu klein um m	Dehnung zu klein um %	Widerstand gegen Zerknittern	Firma Nr.
A. Bezüglich der Festigkeitsklasse.											
1	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 statt 5	6
2	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	6
3	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	14
4	3a	II	3	II	5	—	—	625	—	3 „ 5	18
5	3a	II	3	II	5	—	—	475	—	3 „ 5	18
6	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	18
7	4a	III	*	III	4	—	—	—	0,2	—	18
8	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 statt 4	18
9	4b	III	4	III	5	—	—	—	0,1	—	29
10	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 statt 5	39
11	4a	III	*	III	4	—	—	—	0,1	—	39
12	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 statt 4	40
13	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	40
14	2a	I	2	I	3	—	—	375	0,5	—	41
15	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 statt 4	43
16	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	50
17	3b	II	4	II	6	—	—	—	—	2 „ 4	50
18	3b	II	4	II	6	—	—	—	—	2 „ 4	55
19	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	55
20	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	59
21	4a	III	*	III	5	—	—	—	0,1	3 „ 4	61
22	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	61
23	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	61
24	8a	I	4	I	6	—	—	—	0,1	2 „ 4	†
25	6	IV	5	IV	6	—	—	—	—	2 „ 3	†
26	8a	I	4	I	6	—	—	275	—	2 „ 4	†
27	3a	II	3	II	5	—	—	700	0,3	3 „ 5	†
28	8b	III	4	III	5	—	—	—	0,2	3 „ 4	†
29	8a	I	4	I	5	—	—	125	0,2	3 „ 4	†
30	8a	I	4	I	5	—	—	50	0,2	3 „ 4	†
31	8a	I	4	I	5	—	—	275	—	3 „ 4	†
32	6	IV	5	IV	6	—	—	—	—	2 „ 3	†
33	6	IV	5	IV	6	—	—	—	—	2 „ 3	†
34	6	IV	5	IV	6	—	—	—	—	2 „ 3	†
B. Bezüglich der Stoffklasse.											
1	4a	III	*	IV	*	—	0,3	—	—	—	18
2	8a	I	4	II	4	Enthält etwa 10% Holzcellulose, Jute- und Manilacellulose	—	—	—	—	†
C. Bezüglich der Stoff- und Festigkeitsklasse.											
1	3a	II	3	III	4	—	1,5	75	—	4 statt 5	18
2	3a	II	3	III	4	—	1,1	—	—	4 „ 5	43

* Reißlänge = 3500 m, Dehnung = 2,75 %, Widerstand gegen Zerknittern = 4.

† Papiere ohne Wasserzeichen.

Die Verstöße der 38 = 34,5 % nicht genügenden Papiere gegen die Lieferungsbedingungen sind also im Großen und Ganzen ziemlich milder Natur.

Bei den Verstößen gegen die Festigkeit handelt es sich theils um eine zu geringe Reißlänge (Minimum der Abweichung 50 m, Maximum 700 m), theils um eine zu geringe Dehnung (Minimum 0,1 %, Maximum 0,5 %), theils um einen zu geringen Widerstand gegen Zerknittern (Minimum eine Stufe, Maximum zwei Stufen).



Erfüllung der Lieferungsbedingungen für Normalpapiere in den Jahren 1889—1897.

A = besser geliefert als verlangt. $A_1 B_1 C_1$ = Behördenlieferungen.
B = geliefert wie verlangt. $A_2 B_2 C_2$ = Privatlieferungen.
C = den Lieferungsbedingungen entsprechend.

In neun Fällen ist gegen zwei dieser drei Festigkeitseigenschaften gleichzeitig verstoßen, in drei Fällen gegen alle drei.

Bei den Verstößen gegen die Stoffklasse handelt es sich in drei Fällen um einen zu hohen Aschengehalt und in einem Falle um einen geringen Gehalt an Holzcellulose, Jute und Manila bei einem Druckpapier 8a.

Die nebenstehenden Schaulinien geben ein übersichtliches Gesammtbild über das vorstehend Gesagte.

Hinsichtlich der mit einem vorschriftsmäßigen Wasserzeichen versehenen Papiere ist noch Folgendes zu bemerken:

Im Jahre 1897 wurden 782 Wasserzeichenpapiere untersucht und zwar 687 auf alle für Normalpapiere vorgeschriebenen Eigenschaften und 95, bei denen nur einzelne Eigenschaften ermittelt wurden. Die mit den ersterwähnten 687 Papieren gemachten Erfahrungen sind nachstehend zusammengestellt.

Zusammenstellung
der Eigenschaften der im Jahre 1897 vollständig untersuchten Wasserzeichenpapiere.

I. Papiere, bei welchen bessere Eigenschaften erreicht wurden, als das Wasserzeichen gewährleistete.

A. Bezüglich der Stoff- und Festigkeitsklasse	1 Papier	= 0,2 %	Zusammen 85 Papiere = 12,4 %
B. „ „ Stoffklasse	4 Papiere	= 0,6 „	
C. „ „ Festigkeitsklasse	80 „	= 11,6 „	

II. Papiere, bei welchen die durch das Wasserzeichen gewährleisteten Eigenschaften vorhanden waren . . 469 „ = 68,3 „

Zusammen 554 Papiere = 80,7 %

III. Papiere, bei welchen die durch das Wasserzeichen gewährleisteten Eigenschaften nicht vorhanden waren.

A. Bezüglich der Festigkeitsklasse . . .	119 Papiere	= 17,3 %	Zusammen 133 Papiere = 19,3 %
B. „ „ Stoffklasse	11 „	= 1,6 „	
C. „ „ Stoff- und Festigkeitsklasse	3 „	= 0,4 „	

Im Ganzen genügten also im Jahre 1897 554 Papiere = 80,7 % den durch das Wasserzeichen gewährleisteten Eigenschaften. Unter diesen 554 Papieren befanden sich 127 = 22,7 %, welche dem Wasserzeichen nur mit Rücksicht auf § 4 der „Vorschriften für die Lieferung und Prüfung von Papier zu amtlichen Zwecken" entsprachen; nach diesem Paragraphen dürfen bekanntlich die mit einem vorschriftsmäßigen Wasserzeichen versehenen Papiere in ihrer Reißlänge um höchstens 10 % und in ihrer Dehnung ebenfalls um höchstens 10 % nach unten hin von den verlangten Werthen abweichen.

Von den oben erwähnten 95 Papieren, bei denen nur einzelne Eigenschaften festzustellen waren, wurden:

1. 1 Papier auf Widerstand gegen Zerknittern und Aschengehalt,
2. 3 Papiere „ Aschengehalt, Reißlänge, Dehnung und Widerstand gegen Zerknittern,
3. 6 „ „ Reißlänge und Dehnung,
4. 6 „ „ Reißlänge, Dehnung und Aschengehalt,
5. 7 „ „ Aschengehalt,
6. 16 „ „ Reißlänge, Dehnung und Widerstand gegen Zerknittern,
7. 56 „ „ Widerstand gegen Zerknittern geprüft.

Von den Papieren zu 1 genügten 1 und 0 genügten nicht,
„ „ „ „ 2 „ 2 „ 1 „ „
„ „ „ „ 3 „ 3 „ 3 „ „
„ „ „ „ 4 „ 5 „ 1 „ „
„ „ „ „ 5 „ 6 „ 1 „ „
„ „ „ „ 6 „ 10 „ 6 „ „
„ „ „ „ 7 „ 50 „ 6 „ „

Vergleicht man die in den Jahren 1891—1897 bei der Untersuchung von Wasserzeichenpapieren gemachten Erfahrungen, so ergiebt sich folgende Uebersicht:

Uebersicht
über die im Jahre 1891—1897 bei der Untersuchung von Wasserzeichenpapieren gemachten Erfahrungen.

Jahr	Anzahl der Papiere	Besser als im Wasserzeichen gewährleistet %	Wie im Wasserzeichen gewährleistet %	Schlechter als im Wasserzeichen gewährleistet %	Dem Wasserzeichen entsprachen %	Dem Wasserzeichen entsprachen nicht %
1891	35	34,3	60,0	5,7	94,3	5,7
1892	187	19,8	67,4	12,8	87,2	12,8
1893	497	23,9	61,0	15,1	84,9	15,1
1894	458	16,6	71,6	11,8	88,2	11,8
1895	437	17,4	64,3	18,3	81,7	18,3
1896	763	11,8	68,8	19,4	80,6	19,4
1897	687	12,4	68,3	19,3	80,7	19,3

Das Verhältniß der dem Wasserzeichen entsprechenden Papiere zu den nicht ausreichenden ist also dasselbe geblieben wie im Vorjahr.

Der Vergleich der Ergebnisse der letzten Jahre mit denen des Jahres 1891 ist nicht einwandfrei, da einmal die Anzahl der 1891 untersuchten Papiere sehr gering ist und ferner in jenem Jahre nur wenige und hervorragende Firmen sich mit der Herstellung von Wasserzeichenpapieren befaßten.

In nachfolgender Tabelle sind die 687 im Jahre 1897 vollständig untersuchten Wasserzeichenpapiere nach den Verwendungsklassen 1—4b und nach Firmen, von denen sie erzeugt sind, eingeordnet. Die hier angemeldeten Firmen wurden für die statistischen Berichte in einer beliebigen Reihenfolge in eine Liste eingetragen und mit laufenden Nummern versehen. **Es wird ausdrücklich bemerkt, daß diese Nummern mit den Nummern der Wasserzeichenanmeldungen der verschiedenen Fabriken nicht übereinstimmen.**

Die Tabelle zeigt zunächst, daß die untersuchten 687 Papiere wie im Jahre 1896 von 50 verschiedenen Fabriken herrühren; von 18 Fabriken, die außer den 50 ihr Wasserzeichen bei der Versuchsanstalt angemeldet hatten, gelangten keine Papiere zur Untersuchung. Die Sicherheit der einzelnen Fabriken in der Herstellung von Papieren mit bestimmten Eigenschaften ist, wie die Tabelle zeigt, recht verschieden; man muß hierbei naturgemäß diejenigen Firmen außer Betracht lassen, welche nur mit einem oder einer geringen Anzahl von Papieren vertreten sind. Vergleicht man nur die Firmen, von denen mehr als 10 Papiere geprüft sind, so genügten z. B. bei der Firma 1 nur 40% den durch das Wasserzeichen gewährleisteten Eigenschaften; bei den übrigen Firmen findet sich dann eine Steigerung des Procentsatzes an genügenden Papieren und bei den Firmen 8, 20, 35, 42 genügten sämmtliche Papiere den gewährleisteten Eigenschaften.

Ein Vergleich derjenigen Firmen, deren Papiere in den Jahren 1893—1897 sämmtlich genügten, ergiebt Folgendes:

Im Jahre 1893 genügten durchweg nur die Papiere der Firmen 5, 8, 14, 15, 29, 35
" " 1894 " " " " " " " 5, 6, 14, 23, 43
" " 1895 " " " " " " " 8, 15, 35, 42
" " 1896 " " " " " " " 8, 15, 33, 35
" " 1897 " " " " " " " 8, 20, 35, 42.

Durch die Anzahl der im Jahre 1897 untersuchten Papiere fallen besonders die
Firmen 6 mit 67 Papieren
" 14 " 76 "
" 15 " 58 "
" 23 " 54 "
auf.

Ordnet man die von 1893 bis 1897 untersuchten Wasserzeichen-Papiere nach Verwendungsklassen, so ergiebt sich, daß

1893	1894	1895	1896	1897								1893 %	1894 %	1895 %	1896 %	1897 %
4	12	2	4	3	Papiere	zu	Klasse	1	gehörten;	hiervon	genügten	100	75	100	100	100
57	69	53	79	62	"	"	"	2a	"	"	"	93	84	90	89	85
36	34	28	44	33	"	"	"	2b	"	"	"	94	91	100	98	94
133	108	134	236	222	"	"	"	3a	"	"	"	86	87	88	83	82
91	101	90	185	126	"	"	"	3b	"	"	"	78	94	78	74	82
95	70	69	104	112	"	"	"	4a	"	"	"	76	83	71	73	74
81	64	61	111	129	"	"	"	4b	"	"	"	90	92	80	81	77

Die 687 im Jahre 1897 vollständig untersuchten Wasserzeichenpapiere nach Firmen und Verwendungsklassen geordnet.

Firma Nr.	Anzahl der untersuchten Papiere	Den durch das Wasserzeichen gewährleisteten Eigenschaften		Innerhalb des Spielraums von 10 % lagen	Von den Papieren der Verwendungsklasse																					
					1			2a			2b			3a			3b			4a			4b		
		genügten	genügten nicht		genügten		genügten nicht	genügten		genügten nicht	genügten		genügten nicht	genügten		genügten nicht	genügten		genügten nicht	genügten		genügten nicht	genügten		genügten nicht
		%	%	%	ohne 10% Spielraum	nur mit 10% Spielraum		ohne 10% Spielraum	nur mit 10% Spielraum		ohne 10% Spielraum	nur mit 10% Spielraum		ohne 10% Spielraum	nur mit 10% Spielraum		ohne 10% Spielraum	nur mit 10% Spielraum		ohne 10% Spielraum	nur mit 10% Spielraum		ohne 10% Spielraum	nur mit 10% Spielraum	
1	20	40	60	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	1	1	—	3	2	—	5	—	3	3
3	3	67	33	33	—	—	—	1	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	29	86	14	24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	3	6	1	1	3	5	—	4	1	—
5	18	83	17	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	1	—	2	—	2	4	—	—	5	—	1
6	67	84	16	15	1	—	—	6	1	—	3	—	—	18	9	9	14	—	2	2	—	—	2	—	—
7	3	67	33	33	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	1	—	—	—	—
8	15	100	—	13	—	—	—	1	1	—	2	—	—	5	—	—	4	—	—	1	1	—	—	—	—
9	10	70	30	40	—	—	—	—	2	1	1	—	—	—	2	2	1	—	—	—	—	—	1	—	—
10	7	86	14	43	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	2	2	1
12	10	90	10	30	—	—	—	1	1	—	—	—	—	2	1	—	1	—	—	1	1	1	1	—	—
13	2	50	50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
14	76	84	16	32	—	—	—	1	11	3	3	3	—	20	9	6	10	1	1	3	—	—	3	—	2
15	58	91	9	10	—	—	—	5	2	—	2	—	—	18	—	—	12	—	—	2	3	3	8	1	2
16	2	100	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
17	8	88	12	25	—	—	—	—	1	1	1	—	—	3	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
18	27	41	59	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	6	—	—	2	5	2	4	3	—	4
20	14	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	3	—	—	2	—	—	8	—	—
21	2	50	50	50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—
22	1	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23	54	96	4	11	—	—	—	—	—	1	1	—	—	19	4	—	14	—	—	4	2	1	8	—	—
24	4	100	—	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	2	1	—
26	12	92	8	33	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1	—	—	—	2	1	—	5	1	—
27	13	77	23	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	1	2	2	—	3	—	2
29	7	71	29	29	—	—	—	—	1	—	1	1	—	2	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1
31	3	100	—	67	—	—	—	—	2	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
32	1	—	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
33	4	100	—	25	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
34	1	—	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
35	13	100	—	8	—	—	—	3	1	—	4	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
36	4	100	—	25	—	1	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
37	2	100	—	50	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
39	7	71	29	29	—	—	—	—	1	—	—	1	—	1	—	1	1	—	—	—	—	1	1	—	—
40	8	50	50	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	3	—	2	1	1	—	—
41	27	56	44	7	—	—	—	—	—	2	—	—	—	6	—	2	3	—	2	3	2	4	1	—	2
42	21	100	—	5	1	—	—	1	—	—	—	—	—	9	1	—	3	—	—	—	—	—	6	—	—
43	33	76	24	30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	3	5	3	1	1	3	5	1	4	1	1
44	37	95	5	24	—	—	—	1	2	—	5	—	—	6	—	1	7	—	—	1	5	1	6	2	—
46	1	100	—	100	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
48	3	100	—	33	—	—	—	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
49	1	—	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
50	15	67	33	7	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1	1	1	3	—	2	2	—	—	3	—	—
51	4	75	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	2	—	—	—	—	1
52	3	67	33	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—
53	2	—	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—
55	4	50	50	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	1
56	1	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
57	1	—	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
59	3	33	67	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1	—	—
61	25	72	28	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	4	—	4	—	—	1	—	1	5	1	6
62	1	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
Sa.	687	81	19	18	2	1	—	24	29	9	25	6	2	142	40	40	100	8	28	48	35	29	86	18	30

Zusammenstellung der in den Jahren 1893 bis 1897 untersuchten Wasserzeichenpapiere, geordnet nach Firmen und Jahren.

Firma Nr.	Anzahl der untersuchten Papiere					Es erfüllten die Vorschriften				
	1893	1894	1895	1896	1897	1893 %	1894 %	1895 %	1896 %	1897 %
1	14	15	19	38	20	50,0	66,7	53	32	40
2	12	15	—	—	—	50,0	20,0	—	—	—
3	2	4	—	2	3	50,0	100,0	—	100	67
4	15	21	16	36	29	93,3	85,7	69	64	86
5	13	11	19	24	18	100,0	100,0	68	87	83
6	35	33	32	59	67	97,1	100,0	91	92	84
7	5	1	1	2	3	80,0	100,0	100	0	67
8	12	18	18	21	15	100,0	83,3	100	100	100
9	7	12	5	9	10	100,0	83,3	100	78	70
10	4	8	7	14	7	75,0	100,0	100	86	86
11	1	—	—	—	—	100,0	—	—	—	—
12	6	7	10	7	10	83,3	85,7	40	57	90
13	1	—	3	2	2	0	—	33	50	50
14	39	44	52	81	76	100,0	100,0	85	94	84
15	14	20	29	45	58	100,0	90,0	100	100	91
16	5	14	4	4	2	100,0	92,9	75	50	100
17	11	14	11	8	8	90,9	64,3	73	50	88
18	2	—	3	26	27	100,0	—	67	58	41
19	1	—	—	—	—	100,0	—	—	—	—
20	3	8	10	9	14	100,0	100,0	90	89	100
21	1	1	—	1	2	100,0	100,0	—	100	50
22	1	2	—	2	1	100,0	100,0	—	50	100
23	41	29	37	42	54	85,4	100,0	92	86	96
24	1	1	1	2	4	100,0	100,0	100	100	100
25	1	—	1	—	—	0	—	0	—	—
26	5	1	5	14	12	80,0	100,0	100	93	92
27	5	2	1	10	13	100,0	50,0	100	70	77
28	11	—	1	—	—	54,5	—	0	—	—
29	13	11	9	9	7	100,0	90,9	100	89	71
30	3	—	—	1	—	66,7	—	—	0	—
31	7	4	4	14	3	100,0	75,0	100	93	100
32	22	—	1	5	1	59,1	—	0	20	0
33	18	5	1	10	4	50,0	60,0	100	100	100
34	1	1	1	1	1	100,0	0	100	0	0
35	22	15	14	13	13	100,0	93,3	100	100	100
36	1	2	3	5	4	100,0	100,0	67	100	100
37	2	1	—	2	2	100,0	100,0	—	100	100
38	1	—	—	1	—	100,0	—	—	0	—
39	1	7	7	10	7	100,0	100,0	43	80	71
40	3	1	10	7	8	33,3	100,0	80	43	50
41	42	38	29	57	27	97,6	92,1	72	81	56
42	27	22	11	22	21	88,9	72,7	100	95	100
43	33	29	31	27	33	57,6	100,0	74	76	76
44	31	31	16	63	37	93,5	96,8	88	84	95
45	2	—	—	—	—	100,0	—	—	—	—
46	—	3	1	3	1	—	66,7	100	100	100
47	—	2	—	—	—	—	0	—	—	—
48	—	1	2	3	3	—	100,0	100	100	100
49	—	1	—	—	1	—	100,0	—	—	0
50	—	2	1	20	15	—	100,0	0	70	67
51	—	1	1	3	4	—	100,0	100	100	75
52	—	—	2	—	3	—	—	100	—	67
53	—	—	2	2	2	—	—	50	100	0
54	—	—	4	—	—	—	—	75	—	—
55	—	—	1	—	4	—	—	0	—	50
56	—	—	1	3	1	—	—	100	0	100
57	—	—	—	1	1	—	—	—	100	0
58	—	—	—	1	—	—	—	—	100	—
59	—	—	—	6	3	—	—	—	100	33
60	—	—	—	1	25	—	—	—	100	72
61	—	—	—	5	1	—	—	—	60	100

In vorstehender Tabelle ist zur Gewinnung eines Gesammtüberblickes über die Leistungen der verschiedenen Fabriken in den verschiedenen Jahren die Anzahl der Papiere jeder Fabrik nach Firmennummern und Jahren geordnet eingetragen. Die Tabelle wird ein von Jahr zu Jahr interessanter werdendes Bild über die Leistungsfähigkeit und den Antheil der einzelnen Fabriken an Behördenlieferungen abgeben. Schon jetzt ergiebt sie einige bemerkenswerthe Beobachtungen.

Die Firma 2 hatte 1893 und 1894 verhältnißmäßig schlecht geliefert; sie ist in den nächsten Jahren überhaupt nicht mehr vertreten; bei der Firma 1 ist trotz schlechter Lieferungen eine Zunahme der Papiere zu verzeichnen, es wurde aber im vorjährigen Bericht bereits die Vermuthung ausgesprochen, daß das nächste Jahr eine Abnahme der Anzahl der Papiere bringen würde, wenn die Fabrik nicht große Anstrengungen mache, um die Güte ihrer Papiere wieder in die Höhe zu bringen. Wie die Tabelle zeigt, ist die Anzahl der Papiere im Jahre 1897 um 18 zurückgegangen.

Bei den Firmen 6, 15 und 23, welche verhältnißmäßig gut, theilweise sogar sehr gut geliefert haben, zeigt sich eine Zunahme der Anzahl der Papiere.

Das Bild, welches die Tabelle bietet, ist, wie bereits bemerkt, jetzt noch lückenhaft; sie wird aber vermuthlich immer mehr zum Ausdruck bringen, daß den gut arbeitenden Fabriken ein stetig wachsender Antheil an den Behördenlieferungen zufällt.

---

5. Die neuen Anleitungen zur Untersuchung der Mineralöle und des Ceresins für die zollamtliche Abfertigung.

Von Dr. D. Holde, Vorsteher der Abtheilung für Oelprüfung.

Ueber die Brauchbarkeit der neuen Anleitungen zur zollamtlichen Untersuchung von Mineralölen und Ceresin[1]) liegen meines Wissens zur Zeit noch keine Veröffentlichungen vor. Es dürfte daher von Interesse sein, die seitens der Versuchsanstalt bisher mit den genannten Anleitungen gemachten Erfahrungen bekannt zu geben.

1. Bestimmung des Paraffingehaltes im Rohpetroleum.

(In Gemeinschaft mit dem Assistenten Dr. L. Allen.)

Für diese Prüfung soll nach den Zollvorschriften das Verfahren von Holde[2]) mit folgenden Abänderungen benutzt werden:

„100 g des zu untersuchenden Rohpetroleums werden in eine gewöhnliche tubulirte Glasretorte gebracht und davon alle bis 300 C° (Thermometer im Dampf) übergehenden Theile rasch abdestillirt. Man legt eine neue gewogene Vorlage (ohne Kühler) vor, treibt sämmtliche Oele bis zur vollständigen Verkokung des Rückstandes ohne Thermometer über und bestimmt durch Wiederwägung der Vorlage das Gesammtgewicht der überdestillirten schweren Oele. Alsdann erfolgt in diesem die Bestimmung des Paraffins nach der von Holde beschriebenen Weise, nur hat man dabei das Oel in Gramm abzuwägen und nicht in Kubikcentimetern abzumessen. Aus dem Paraffingehalte des Schweröldestillates wird durch Umrechnung der Paraffingehalt in den 100 g des zur Untersuchung verwendeten Rohpetroleums erhalten."

---

[1]) „Centralblatt für das Deutsche Reich", herausgegeben vom Reichsamt des Innern, 1898, Nr. 22, S. 273 u. f.

[2]) „Untersuchung der Schmiermittel" S. 182, Berlin 1897, Verlag von Jul. Springer.

„Enthält das untersuchte Oel mehr als 8 Gewichtsprocente Paraffin, so ist es nicht als Rohöl, sondern als Schmieröl zu bezeichnen."

Zur Prüfung des zollamtlichen Verfahrens haben wir nun eine Reihe von Rohölen verschiedener Herkunft nach der obigen Vorschrift auf ihren Paraffingehalt geprüft und beobachtet,

1. In wie weit sich bei wiederholter Destillation desselben Rohmaterials Uebereinstimmung zwischen den erhaltenen Paraffinmengen zeigte.
2. In wie weit Uebereinstimmung in der Paraffinmenge verschiedener Proben der gleichen Destillation vorhanden war.
3. In wie weit die unter 300 C° destillirenden Theile des Rohpetroleums, dem Zweck der Vorschrift entsprechend, auch frei waren von Paraffin.
4. Endlich wurden Rohöle, deren Paraffingehalt nach vorstehendem Verfahren ermittelt wurde, künstlich mit bestimmten Mengen verschiedenartiger Paraffine versetzt und diese künstlichen Zusätze von Neuem bestimmt.

Aus den in nachstehender Tab. 1 mitgetheilten Ergebnissen geht hervor, daß sowohl in Bezug auf Punkt 1 als auch in Bezug auf Punkt 2 im Allgemeinen befriedigende Uebereinstimmung zwischen den Wiederholungsversuchen besteht. Bei den paraffinreichen elsässischen und galizischen Oelen liefert in vereinzelten Fällen die wiederholte Destillation desselben Rohöls deshalb von einander um geringe Beträge abweichende Ergebnisse, weil geringe Paraffinmengen leicht mit der unter 300 C° siedenden Fraktion übergehen. Man kann jedoch dieser Fehlerquelle, sorgfältig geführte Destillation vorausgesetzt, dadurch leicht begegnen, daß man bei paraffinreichen Oelen auch die Fraktion unter 300 C° qualitativ auf Paraffin prüft, bei positivem Ausfall dieser Vorprüfung eine quantitative Bestimmung vornimmt und die gefundene geringe Paraffinmenge zu demjenigen Betrage an Paraffin hinzuzählt, welcher in den über 300 C° siedenden Fraktionen ermittelt wurde. Wie die Tabelle zeigt, erhält man auf vorstehende Weise gleichfalls sehr gute Uebereinstimmung in den Paraffinzahlen an verschiedenen Tagen ausgeführter Destillationen. Nur die im März d. J. ausgeführten Paraffinbestimmungen in dem elsässischen Rohöl ergaben zumeist Beträge, welche von den früher ermittelten um 0,5 bis 1 % abwichen. Diese Unregelmäßigkeiten bedürfen noch der weiteren Aufklärung.

Die Versuche zeigen auch, daß sich die einem russischen Rohöl beigegebenen Zusätze von Paraffin (1 bezw. 3 %) vollständig bezw. nahezu vollständig bei der Prüfung wiederfinden ließen. Bei noch höheren Zusätzen an Paraffin (z. B. 5 %) wurden allerdings schon um 0,8 bis 1 % zu niedrige Zahlen gefunden. Es wurde festgestellt, daß ein Theil dieses Minderbetrages (0,4 bis 0,5 %) auf Zersetzung des Paraffins beim Destilliren, und die übrigen 0,4 bis 0,5 % auf die Löslichkeit des Paraffins in Alkohol-Aether zurückzuführen sind. Die bis 300 C° siedenden Theile der mit 5 % Paraffin versetzten Oele enthielten 0,3 bis 0,5 % Paraffin. Ueber die Einzelheiten der letzteren Versuche wird später berichtet werden.

2. Bestimmung der Siedegrenzen der Mineralöle.

In den älteren Vorschriften über die zollamtliche Untersuchung der Siedegrenzen von Mineralölen bestanden verschiedene Unklarheiten bezüglich der Ausführung der Versuche und Einordnung der Materialien. Die neuen im Nachstehenden mitgetheilten Vorschriften, welche die Benutzung eines Apparates von genau festgesetzten Abmessungen voraussetzen, scheinen derartige Unklarheiten, welche leicht verschiedene Deklarirung des gleichen Materials an verschiedenen Prüfungsstellen veranlassen können, ganz auszuschließen.

Tabelle 1. Bestimmung des Paraffingehaltes in Rohölen nach der in der Abänderung zum Zolltarif vom 26. Mai 1898 gegebenen Anleitung.

Laufende Nummer	Herkunft des Rohöls	Einsender	Nr. des Destillates	Destillat bis 300 C°. Menge des Destillates g	Destillat bis 300 C°. Paraffingehalt in Procenten bezogen auf 100 g Rohöl	Destillat über 300 C°. Menge des Destillates g	Destillat über 300 C°. Paraffingehalt in Procenten bezogen auf 100 g Rohöl	Destillat über 300 C°. Farbe des Paraffins	Destillat über 300 C°. Schmelzpunkt des Paraffins C°	Gesammtparaffingehalt %
				1. Deutsche Rohöle.						
1	Hannover	G. Württemberger Hannover	I	35,4	nicht vorhanden	53,4	a) 0,88	bräunlich	40—53	0,88
							b) 0,88	desgl.	desgl.	0,88
			II	24,0	desgl.	61,9	a) 0,78	desgl.	43—53	0,78
							b) 0,77	desgl.	desgl.	0,77
2	Wietze	desgl.	I	33,4 [1])	desgl.	49,7	a) 0,87	hellbraun	40—51	0,87
							b) 0,77	desgl.	45—54	0,77
			II	13,3	desgl.	66,7	a) 0,67	bräunlich gelb	40—53	0,67
							b) 0,64	desgl.	desgl.	0,64
3	Hänigsen	desgl.	I	21,1	desgl.	63,2	a) 0,89	gelb	45—53	0,89
							b) 1,00	hellbraun	45—51	1,00
			II	17,3	desgl.	64,1	a) 1,07	gelb	43—53	1,07
							b) 1,13	desgl.	43—54	1,13
4	Elsaß	Pechelbronner Oelbergwerke	I	(42,0)	a) (0,44 %) (Farbe weiß, Smpt. 46—48°)	(45,1)	a) (2,86)	hellgelb	43—50	3,28
					b) (0,40 %) (Farbe weiß, Smpt. 45—48°)		b) (2,82)	desgl.	desgl.	3,24
			II	31,4	0,04 % eines weißen Paraffins	52,8	a) 3,55	gelblichweiß	41—50	3,59
							b) 3,45	desgl.	42—50	3,49
			III [2])	30,9	0,07 % eines gelblichweißen Paraffins. Smpt. 38—52°	56,7	a) 4,29	gelb	42—49	4,36
							b) 4,27	hellgelb	desgl.	4,34
			IV [2])	31,8	a) 0,09 % eines gelblichweißen Paraffins. Smpt. 35—51,5°	55,4	a) 3,97	gelb	42,5—50	4,06
					b) 0,08 % eines weißen Paraffins		b) 3,82	hellgelb	42—50	3,91
				2. Russische Rohöle.						
5	Russisches Rohpetroleum, ältere Sendung	Dr. W. H. Lepenau Salzbergen	I	25,4	nicht vorhanden	54,8	a) 0,72	hellgelb	38—55	0,72
							b) 0,67	desgl.	desgl.	0,67
			II	38	desgl.	55,7	a) 0,73	gelb	45—53	0,73
							b) 0,70	desgl.	46—53	0,70

[1]) Hier wurde nach Erhitzen auf 300 C° die Flamme fortgenommen und bis 280 C° abkühlen gelassen, sodann wieder auf 300 C° erhitzt, abgekühlt u. s. w., bis bei 300 C° nichts mehr überging. Bei den anderen Versuchen wurde dem Wortlaut der Vorschrift entsprechend nur unter einmaligem Erhitzen auf 300 C° destillirt.

[2]) Die Destillate Nr. III und IV wurden etwa 9 Monate später (d. h. März 1899) hergestellt als die Destillate I u. II.

Laufende Nummer	Herkunft des Rohöls	Einsender	Nr. des Destillates	Destillat bis 300 C°.		Destillat über 300 C°.				Gesammtparaffingehalt %
				Menge des Destillates g	Paraffingehalt in Procenten bezogen auf 100 g Rohöl	Menge des Destillates g	Paraffingehalt in Procenten bezogen auf 100 g Rohöl	Farbe des Paraffins	Schmelzpunkt des Paraffins C°	
6	Aus den Quellengebieten Balachani Sabuntschi, neuere Sendung	Dr. W. H. Lepenau Salzbergen	I	34	nicht vorhanden	57,4	a) 0,76	gelb	41—55	0,76
							b) 0,77	desgl.	desgl.	0,77
			II	36,1	desgl.	56,9	a) 0,83	hellbraun	45—52	0,83
							b) 0,74	desgl.	desgl.	0,74
7	desgl., letzte Sendung	desgl.	I	39	desgl.	54,8	a) 0,66	desgl.	47—51	0,66
							b) 0,64	desgl.	48—51	0,64
			II	37,3	desgl.	56,1	a) 0,58	bräunlich gelb	44—53	0,58
							b) 0,58	desgl.	desgl.	0,58
	3. Galizisches Rohöl.									
8	Starzana	Mineralöl-Raffinerie vorm. Aug. Korff Bremen	I	58,1	nicht vorhanden	39,2	a) 4,75	hellgelb	40—48	4,75
							b) 4,45	desgl.	40—48	4,45
			II	59,6	a) 0,09 %	37,1	a) 4,06	desgl.	40—49	4,16
					b) 0,10 % Farbe weiß, Smpt. etwa 45°		b) 4,19	desgl.	42—49	4,29
			III[1])	a) 0,13 % eines weißen Paraffins, Smpt. 41—47,5°	a) 0,13 % eines weißen Paraffins, Smpt. 41—47,5°	37,7	a) 4,34	desgl.	41—48	4,47
				b) 0,13 % eines weißen Paraffins, Smpt. 42—47,5°	b) 0,13 % eines weißen Paraffins, Smpt. 42—47,5°		b) 4,39	desgl.	—	4,52
	4. Gemisch von russischem Rohöl Nr. 6 mit amerikanischem Paraffin, Schmelzpunkt 53—54 C°.									
9	Russisch mit 1 % Paraffin versetzt. Gesammtparaffin 1,78 %	Dr. W. H. Lepenau Salzbergen	I	36	nicht vorhanden	58,1	a) 1,77	hellgelb	39—54	1,77
							b) 1,80	desgl.	43—54	1,80
10	Russisch mit 3 % Paraffin versetzt. Gesammtparaffin 3,78 %	desgl.	I	37,8	a) 0,17 % eines weißen Paraffins, Smpt. 49—53°	56,9	a) 3,30	desgl.	48—54	3,50
					b) 0,22 % eines weißen Paraffins, Smpt. 49—52°		b) 3,25	desgl.	48—54	3,45

Beschreibung des Apparates.

Der nachstehend in 1/8 der natürlichen Größe abgebildete Apparat besteht aus einem zur Aufnahme von 100 ccm Mineralöl bestimmten vernickelten Metallkesselchen A, das mittelst Konus und Bajonettverschluß mit dem Helmaufsatz a verbunden ist; t ist ein mittelst Kork in a befestigtes, bis auf 360 C° gehendes Thermometer, dessen Nullpunkt genau in gleicher

[1]) Destillat Nr. III wurde etwa 9 Monate später (d. h. März 1899) hergestellt wie die Destillate I und II.

Höhe mit dem oberen Ende des Helmaufsatzes steht, wenn das Quecksilbergefäß die in der Zeichnung angedeutete Stellung hat, d. h. mit seinem oberen Ende gerade bis zur Entbindungsröhre reicht. Kesselchen und Helmaufsatz sind von dem Blechmantel BB mit abnehmbarem konischem Deckel (Hut) CC umgeben; unten befinden sich zwei Blechböden b, und b,, und unter diesen ein guter Bunsenbrenner, der in einem Schlitz des Mantelfußes auf- und abwärts beweglich ist. Mittelst einer Flanschverschraubung steht das Dampfentbindungsrohr des Kesselchens A mit dem aus vernickeltem Metall angefertigten Liebigschen Kühler D in Verbindung, an dessen unterem Ende die Meßbürette E aufgestellt wird. Es sind solche zu 60 und 100 ccm, in $^1/_{10}$ getheilt, erforderlich.

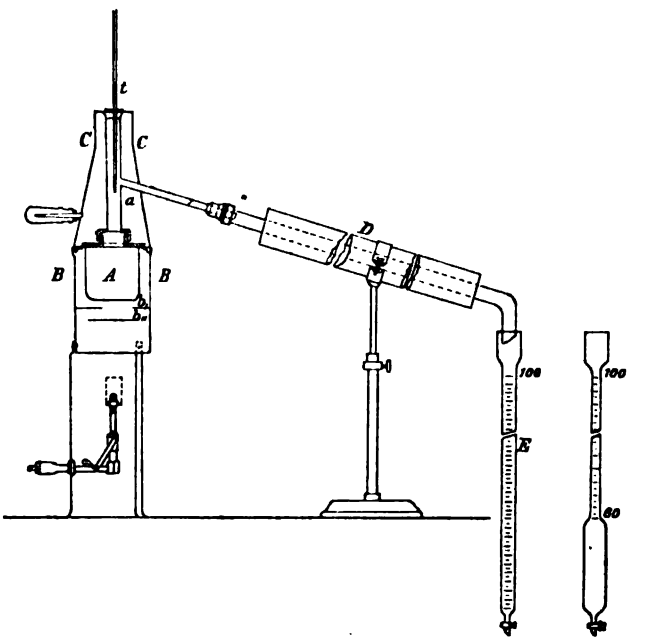


Fig. 1.

Der Apparat nebst zugehörigem Thermometer muß von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt geprüft und beglaubigt sein; auch dürfen zu den Untersuchungen nur geaichte Kölbchen und Büretten verwendet werden.

Ausführung des Versuches.

a) Prüfung der leichten Mineralöle (Benzin, Ligroin, Petroleumäther u. s. w.).

Der Apparat wird an einem möglichst zugfreien Orte aufgestellt; Hut C und Helm a werden abgenommen. Hierauf werden 100 ccm des zu untersuchenden Oeles bei einer von der Zimmerwärme um nicht mehr als etwa 5 C° abweichenden Wärme abgemessen. Die Abmessung erfolgt in dem den Apparaten beigegebenen Meßkölbchen von nebenstehender Form. Nach Eingießen des Oeles in das Destillirkesselchen A stellt man das Meßkölbchen auf besonderem kleinen Dreifuß in schief umgekehrter Lage so über A auf, daß die Mündung gerade über die Oeffnung des Kesselchens zu stehen kommt, und läßt noch 5 Minuten nachtropfen. Alsdann setzt man Helm a mit Thermometer ein, verbindet das Dampfentbindungsrohr mit dem Kühler und stellt die Meßbürette auf. Der Raum zwischen dem in den oberen Theil der Meßbürette etwas hineinragenden Ende des Kühlers und der Wandung der Meßbürette wird gegen Verdunstung von Oel mit etwas Baumwolle gedichtet. Hierauf wird die Destillation in folgender Weise geleitet:

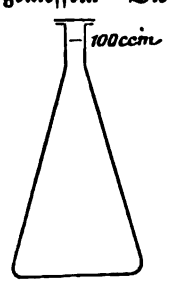


Fig. 2.

Stellung der Bunsenlampe an die tiefste Stelle des Schlitzes; Anstecken und Einstellen derart, daß die schwach leuchtende Spitze der Flamme beinahe bis an den unteren Boden des Heizkörpers reicht; Anstellung des Kühlwassers.

Beim ersten Tropfen Destillat erfolgt die Regelung der Destillation so, daß in jeder Minute die Wärme um ungefähr 4 C° oder in etwa 15 Sekunden um 1 C° steigt, wobei

darauf zu achten ist, daß auch die Gesammtdauer der Destillation der vorgeschriebenen Zeit entspricht. Die Regelung der Wärme beginnt unter allen Umständen — auch wenn bis dahin wenig oder nichts übergegangen ist — spätestens von 120 C° ab. Dabei ist allmählich etwas mehr Gas zuzuführen.

Bei 149 C° löscht man die Flamme aus, läßt die Wärme noch auf 150 C° steigen und nimmt rasch den Hut ab, so daß die Wärme nicht oder nur sehr wenig über 150 C° steigt. Wenn nöthig, bläst man zur Abkühlung auf das Helmaufsatzrohr bei der Abzweigung des Dampfentbindungsrohrs.

Bei der Abmessung der Wärmegrade ist der Barometerstand zu berücksichtigen, indem für je 2,7 mm unter 760 mm Barometerstand der Beginn des Erwärmens um 0,1 C° niedriger genommen wird. Zeigt das Barometer z. B. 747 mm, so hat man statt auf 149 und 150 C° nur auf 148,5 und 149,5 C° zu gehen.

Hierauf wartet man, bis keine Flüssigkeit mehr abtropft, und liest alsdann die Menge des Destillats ab. Sind mindestens 90 Raumprocente des Oeles übergegangen, so ist es als leichtes Mineralöl zu bezeichnen.

Mit jeder zu untersuchenden Oelsorte sind im Zweifelfalle mindestens 3 Siedeversuche, wie vorstehend beschrieben, auszuführen, deren Ergebnisse, wenn sie nicht um mehr als 1 Raumprocent von einander abweichen, zu einem Mittel zu vereinigen sind. Anderenfalls sind noch weitere Versuche anzustellen, und es ist das Mittel aller Ergebnisse, soweit bei ihnen nicht etwa offenbar Fehler untergelaufen sind, zu nehmen.

b) Prüfung des Rohpetroleums auf die zwischen 150 und 320 C° siedenden Theile.

Die Aufstellung des Apparats, die Abmessung des Oeles und die Leitung der Destillation erfolgt bis 150 C°, genau nach dem unter a beschriebenen Verfahren. Alsdann wird in folgender Weise weiter verfahren:

Nachdem der Wärmegrad 150 C° erreicht und die Flüssigkeit abgelaufen ist, läßt man den Apparat noch so lange stehen, bis das Thermometer um ungefähr 30 C°, also auf etwa 120 C° gesunken ist, alsdann wird eine neue trockene Bürette vorgelegt, der Mantelhut C wieder aufgelegt, die Flamme angesteckt und stärker als vorher brennen gelassen, so daß sie bis an den Heizboden schlägt. Der Gang der Destillation wird so geleitet, daß in jeder Minute die Wärme um 8 bis 10 C° oder in je 15 bis 12 Sekunden um ungefähr 2 C° steigt.

Das Kühlwasser wird bei 200 C°, für besonders dicke Oele schon bei 150 C° abgestellt.

Unmittelbar ($^1/_3$ C°) unter 320 C° ist die Flamme rasch zu löschen und bei 320 C° der Hut C abzunehmen; der Quecksilberfaden darf nicht über 320 C° steigen. Bei der Abmessung der Wärmegrenze ist der Barometerstand ebenfalls wieder zu berücksichtigen, indem für je 2,7 mm unter 760 mm die Endwärme (320 C°) um 0,1 C° niedriger genommen wird. Zeigt das Barometer z. B. 733, so hat man statt auf 320 C° nur auf 319 C° zu gehen.

Hierauf läßt man mindestens noch 10 Minuten lang abtropfen und den Apparat so lange stehen, bis das Oeldestillat ungefähr die Zimmerwärme angenommen hat. Ergiebt sich beim Ablesen der Raumprocente (= Kubikcentimeter) des Destillats, daß weniger als 40 Raumprocente übergegangen sind, so ist das Oel nicht mehr als Rohöl, sondern als Schmieröl zu bezeichnen.

Mit jeder zu untersuchenden Oelsorte sind im Zweifelfalle mindestens 3 Siedeversuche, wie vorstehend beschrieben, auszuführen, deren Ergebnisse, wenn sie nicht um mehr als

1 Raumprocent von einander abweichen, zu einem Mittel zu vereinigen sind. Anderenfalls sind noch weitere Versuche anzustellen, und es ist das Mittel aller Ergebnisse, soweit bei ihnen nicht etwa offenbar Fehler unterlaufen sind, zu nehmen.

Zur Abmessung sehr dicker Oele bedient man sich eines Meßkölbchens mit Marke bei 104 ccm. Hierzu erwärmt man das Oel vorher in einem besonderen Gefäß auf 70 C° und füllt den Meßkolben damit bis zur Marke 104 ccm an. Das Oel hat alsdann einen 60 C° nahestehenden Wärmegrad; die mehr abgemessenen 4 ccm entsprechen ungefähr der Raumvergrößerung von 100 ccm des Oeles beim Erwärmen auf 60 C°.

c) Prüfung der Schmieröle.

Bei der Prüfung der weder unter die leichten Oele (Abschnitt a) noch unter den Begriff des Rohöles (Abschnitt b) fallenden Mineralöle wird ebenso verfahren, wie unter b vorgeschrieben ist, nur ist die Unterbrechung des Versuches und die Vorlegung einer neuen Bürette bei 150 C° nicht erforderlich, und die Erhitzung nicht auf 320, sondern nur auf 300 C° zu treiben. Ergiebt das untersuchte Oel bei der Erhitzung bis auf 300 C° kein Destillat, oder gehen von einem 830 C° Dichtigkeit überschreitenden Oele bei der Erhitzung bis 300 C° weniger als 70 Raumprocente Destillate über, so ist das Oel als Schmieröl zu bezeichnen; anderenfalls fällt es unter den Begriff des Leuchtpetroleums.

Behandlung des Apparates nach Abschluß des Versuches.

Gleich nach Schluß eines jeden Destillationsversuches ist der Apparat auseinander zu nehmen, insbesondere das Kesselchen noch heiß zu entleeren, auszuspülen und zum Trocknen aufzustellen.

Um ein genaues Urtheil über die Brauchbarkeit des vorstehenden Verfahrens zu gewinnen, führte ich zunächst mit dem mir befreundeten Chemiker einer Mineralölfabrik die nachstehenden wiederholten Destillationsversuche mit einem russischen Rohpetroleum I aus und stellte die gefundenen Ergebnisse in Vergleich zu den in der Fabrik selbst erhaltenen Zahlen.

Zur näheren Feststellung des in dem 100 ccm Meßkölbchen nach dem Auslaufenlassen des Oeles verbliebenen Restes wurde dieser bei den ersten beiden Versuchen dem Gewicht nach bestimmt (siehe „Oelrest im Kolben").

Ferner wurde ein zweites ähnliches russisches Rohpetroleum in der Versuchsanstalt wiederholt bei normaler Versuchsausführung als auch unter geringer Herabsetzung der zu benutzenden Erhitzungsgrenzen nach der Zollvorschrift destillirt. Die bei normaler Versuchsausführung erhaltenen Zahlen wurden wiederum mit den in der Fabrik erhaltenen Werthen in Vergleich gestellt.

Die Ablesungen der Destillatmengen geschahen nicht nur bei 150 und 320 C°, sondern auch der Vollständigkeit wegen bei mehreren zwischen diesen Grenzen liegenden Wärmegraden.

Russisches Rohpetroleum I.

	Versuchsanstalt		Fabrik	
27. Januar 1898; Barometerstand 763 mm; Beobachter Holde und R.				
Destillate bis 150 C° Vol.%	0,15 [1])	0,1 [1])	0	(ohne Nachlaufenlassen)
„ „ 170 „ „	0,7	0,3	0,1	
„ „ 174 „ „	1,3	—	—	
„ „ 240 „ „	16,8	16,0	16,6	

[1]) Die hier angegebenen geringen Oelmengen liefen erst beim Abkühlen des Apparates auf 120 C° nach, beim ersten Erhitzen auf 150 C° war nichts übergegangen.

	Versuchsanstalt		Fabrik
27. Januar 1898; Barometerstand 763 mm; Beobachter Holde und R.			
Destillate bis 280 C° Vol.%	29	—	29,7
„ „ 300 „ „	35	35,4	36,3
„ „ 320 „ „ ohne Nachlaufenlassen .	40,6	41,2	41,4
„ „ 320 „ „ mit Nachlaufenlassen .	42,5	42,9	43,2
Oelrest im Kolben g	0,4	0,3	

Wie vorstehende Versuche zeigen, stimmen die von verschiedenen Beobachtern ermittelten Destillationszahlen sehr gut überein. Die Dauer der gesammten Destillationen betrug einschließlich der Vorbereitungen der Versuche und Reinigung des Apparates 1 bis $1^1/_4$ Stunde. Etwas unbequem ist bisweilen das Oeffnen des Bajonettverschlusses der Destillirretorte und der Verschlußschraube des Kühleranschlusses nach beendigter Destillation. Beide während des Versuches heiß gewordenen Theile setzen nach dem Erkalten des Apparates dem Oeffnen unter Umständen solchen Widerstand entgegen, daß der Bajonettverschluß nur am Schraubstock zu lösen ist und beim Lösen der Schraube am Kühleranschluß leicht ein Verbiegen des Abzugsrohres des Destillirkolbens stattfindet. Bei Ausführung der Versuche zeigte sich auch eine geringe Undichtigkeit an der Einlöthungsstelle des vertikalen Rohres des Destillirkolbens.

Es wäre mithin geboten, daß den vorstehenden Uebelständen, welche übrigens auch an anderen Prüfungsstellen beobachtet wurden, bei den neueren Apparaten abgeholfen würde.

Russisches Rohpetroleum II ergab folgende Werthe:

	Versuchsanstalt		Fabrik
	21. Februar 1898; Beobachter Allen		
Vol.% Destillat bis 150 C°	0	0	0,2
„ „ „ 170 „	1	1,2	1,6
„ „ „ 240 „	18,5	18,9	19,8
„ „ „ 280 „	31,2	31,1	32,3
„ „ „ 300 „	37,2	37,8	37,8
„ „ „ 320 „ ohne Nachlaufenlassen .	42,9	43,8	—
„ „ „ 320 „ mit Nachlaufenlassen .	44,8	45,5	46,5

Herabsetzung der Erhitzungsgrenzen um 2 bezw. 4 C° bewirkt eine immerhin noch bemerkbare geringe Abweichung der Destillationszahlen, wie nachstehende Versuchsergebnisse zeigen. Es ist daher erforderlich, daß bei Ablesung der Wärmegrade am Thermometer nicht größere Fehler als höchstens $\pm$ 1 C° gemacht werden.

Destillat Vol.% bis 149 C°	0	0
„ „ „ 169 „	0,5 (?)	—
„ „ „ 238,5 „	18,5	—
„ „ „ 278 „	30,9	—
„ „ „ 298 „	36	—
„ „ „ 318 „ ohne Nachlaufenlassen .	42,4	—
„ „ „ 318 „ mit Nachlaufenlassen .	44,4	44,3
„ „ „ 147 „	0	0
„ „ „ 167 „	1,4	1,5
„ „ „ 236 „	18,2	18,8
„ „ „ 276 „	30,2	30,4
„ „ „ 296 „	36,4	36,5
„ „ „ 316 „ ohne Nachlaufenlassen .	42,5	42,8
„ „ „ 316 „ mit Nachlaufenlassen .	44,2	44,2

Alles in Allem hat sich der neue Destillationsapparat, von den erwähnten kleinen Mängeln in der Konstruktion und Ausführung abgesehen, gut bewährt. Letzteres gilt insbesondere von der guten Uebereinstimmung in den Wiederholungsversuchen an derselben und an verschiedenen Prüfungsstellen, sowie von der Sicherheit und Schnelligkeit des Arbeitens mit dem Apparat.

3. Die Untersuchung der Mineralölrückstände.

Ueber die Rückstände, welche bei Verarbeitung des Rohpetroleums erhalten werden, ist unter Anderem Folgendes gesagt:

„Außer diesen Rückständen kommen noch andere, theils helle, theils mehr oder weniger dunkle bis schwarze konsistente Rückstände der Mineralölverarbeitung unter den verschiedensten Bezeichnungen, wie z. B. künstlicher Asphalt, Astatki, Goudron, Masut, Mineralöltheer, Mineraltheer, Petroleumtheer, Pech, Petroleumkoke, zu Heizzwecken oder zum Zwecke der Verarbeitung auf Schmieröl in den Handel. Von ihnen sind diejenigen, welche eine dunkle Farbe und zugleich eine höhere Dichte als 1,00 besitzen, also demgemäß nach einstündiger Eintauchung in Wasser von 15 C° untersinken, und aus dem Englerschen Zähflüssigkeitsmesser (Viskosimeter) bei einviertelstündigem Erwärmen auf 45 C° nicht ausfließen, zollfrei zu belassen, alle anderen dagegen als Mineralöle nach Maßgabe der Vorschriften in der vorstehenden Anmerkung 3 zu verzollen.

Die zollfreien Rückstände sind, je nachdem sie koke- oder pechartige Beschaffenheit haben, der Nr. 34 oder 36 zuzuweisen. Säureharze, schwarze, saure oder entsäuerte (bei der Reinigung der Mineralöle durch Schwefelsäure ausgeschiedene Harze) sind nach Nr. 36 zollfrei zu belassen. Diese Harze müssen gleich den im vorhergehenden Absatze genannten Rückständen eine höhere Dichte als 1,00 besitzen."

Die Bestimmung vorstehender Verordnung, welche die bei + 45 C° aus dem Englerschen Apparat nicht ausfließenden Rückstände betrifft, kann unter Umständen zu Meinungsverschiedenheiten führen. Es können sich nämlich unter den erwähnten Rückständen auch solche Proben finden, welche womöglich nur alle 2—3 Minuten oder in noch längeren Zeitabständen je einen Tropfen aus dem Apparat entlassen. Die Versuchsanstalt bezeichnet Proben vorstehender Beschaffenheit wie überhaupt alle Materialien, welche in dem genannten Apparat noch eine wahrnehmbare Fortbewegung zeigen, als noch fließend in Bezug auf den Englerschen Apparat. Immerhin liegt jedoch die Möglichkeit vor, daß solche Rückstände an anderen Prüfungsstellen als nicht fließend beurtheilt werden.

Um einer derartig abweichenden Beurtheilung vorzubeugen, wäre es zweckmäßig, bei einer späteren Neuordnung der Vorschriften genau anzugeben, ob und welche Zahl von Tropfen innerhalb der vorgeschriebenen Versuchsdauer von 15 Minuten ausfließen darf.

(Fortsetzung folgt.)

6. Kleine Mittheilungen.

A. Aus der Abtheilung für Baumaterialprüfung.

Vom Abtheilungsvorsteher, Ingenieur M. Gary.

1. Ungeeignete Ziegel im Bau.

a. Frostunbeständige Verblender.

Eine katholische Kirchenbehörde hatte im Jahre 1892 einer Ziegeleifirma die Lieferung sämmtlicher Ziegel- und Verblendsteine zum Bau einer katholischen Kirche in Westpreußen übertragen. Für die Güte und Wetterbeständigkeit der Steine hatte die Firma zweijährige Garantie übernommen.

Bereits im Jahre 1893 zeigten die Verblendsteine mehrfache Abblätterungen, die mit der Zeit an Umfang zunahmen und sich auf sämmtliche Außenflächen der Kirche erstreckten.

Ueber die Art der Abblätterungen hat später ein Bausachverständiger ein Gutachten folgenden Inhaltes abgegeben;

„In Folge Requisition habe ich die Außenflächen der Kirche bei trockener und nochmals bei regnerischer Witterung eingehend besichtigt. Bei der letzten Besichtigung hat sich schon aus größerer Entfernung wahrnehmen lassen, daß die Verblendsteine nicht bloß an den dem Regen besonders ausgesetzten Stellen in einem Maße die Feuchtigkeit aufgesogen und dadurch einen dunklen Farbenton angenommen hatten, wie es bei witterungsbeständigen, guten Hartbrandziegeln nicht der Fall sein darf, sondern es zeigten sich auch manche dunkle, von Feuchtigkeit durchzogene Steine in kleineren Gruppen oder einzeln zerstreut in Flächen, welche dem Regen nur in gewöhnlichem Grade ausgesetzt waren.

Diese Erscheinungen lassen zur Genüge erkennen, daß die Steine weder im allgemeinen witterungsbeständig, wie vorgeschrieben, noch selbst gleichmäßig gebrannt und von gleichmäßiger Beschaffenheit sind.

Die bereits eingetretenen Abblätterungen der Steine finden sich auf allen Seiten der Kirche vor, auf der Südseite spärlicher, entweder einzeln oder in kleineren Gruppen, auf der Ost- und Westseite häufiger und umfänglicher, am meisten und in zum Theil großen, zusammenhängenden Flächen auf der Nord- oder Hinterseite der Kirche. Schätzungsweise machen die in Folge der Abblätterungen schadhaft gewordenen Flächen zur Zeit etwa den zehnten Theil der ganzen Außenfläche aus. Sie liegen meist an Stellen, welche den ungünstigen Einflüssen der Witterung besonders ausgesetzt sind, finden sich aber auch an Stellen, welche gegen die Witterung ziemlich geschützt liegen.

Die Abblätterungen selbst haben das Eigenthümliche, daß sie, mit verschwindenden Ausnahmen, nur an der wagerechten Oberkante der Steine vorkommen und in keilförmigem Querschnitt nach unten zu verlaufen, wie wenn sie von oben her entstanden wären.

Durchaus keine Abblätterungen oder Feuchtigkeitserscheinungen dagegen zeigen die gebrannten Formsteine im Sockelgesims und an den Fensterwasserschlägen, obwohl

sie den atmosphärischen Niederschlägen in stärkstem Maße ausgesetzt sind. Dieselben sind offenbar aus besserem Material und stammen wohl aus einer anderen Ziegelei, als die gewöhnlichen Verblendsteine.

Es dürfte aus dem bisher Gesagten hervorgehen, daß die eingetretenen Auswitterungen der gewöhnlichen Verblendsteine ihre Ursache wahrscheinlich in der mangelhaften Beschaffenheit des Materials haben. Indeß kann bei der Verschiedenheit der örtlichen Lage der schadhaften Flächen, wie bei der Eigenart der äußeren Erscheinung der Abblätterungen die Möglichkeit nicht ganz von der Hand gewiesen werden, daß noch ein anderer, bis jetzt nicht bekannter und vielleicht nur vorübergehender ungünstiger Umstand bei der Entstehung der Abblätterungen mitgewirkt hat."

Seitens eines anderen Bausachverständigen wurde die Frage aufgeworfen, ob die Abblätterungen nicht vielleicht eine Folge der Abwaschung mit einer zu starken Salzsäurelösung seien? Darauf erklärte der den Kirchenbau leitende Königliche Regierungsbaumeister, er habe bestimmt, daß höchstens eine zehnprocentige Säurelösung benutzt werden dürfe, und der Bauunternehmer gab an, er habe auf einen Eimer Wasser $^1/_2$ Liter Säure verwendet.

Nach Vorstehendem waren zwei Möglichkeiten für die Ursachen der Zerstörung vorhanden:

1. mangelhafte Beschaffenheit der Steine
2. ungünstige Zusammensetzung des verwendeten Mörtels.

Möglicherweise konnte auch beides zusammen wirken.

Die Versuchsanstalt forderte deshalb zur Untersuchung eine Anzahl stark beschädigte Steine von der Nordseite der Kirche und eine Anzahl unbeschädigte oder wenig beschädigte Steine von der Südseite, sowie von beiden Seiten eine Quantität des Mörtels aus den Fugen ein.

Die Steine sollten, jede Sorte für sich, sorgfältig verpackt und bezeichnet werden. Falls die beabsichtigten Versuche nicht die gewünschte Klarheit geben sollten, wurde vorbehalten, auch auf die verwendeten Hintermauerungssteine zurück zu greifen.

Das geforderte Material wurde unter Leitung der Kirchenbehörde ausgebrochen und an die Versuchsanstalt in der gewünschten Weise eingesandt.

Die Untersuchung des Mörtels ergab, daß der Mörtel von der Nordseite aus 73,5 Gewichtsprocent Sand und 26,5 Gewichtsprocent Kalk, der von der Südseite aus 73,0 % Sand und 27,0 % Kalk bestand. Das Mischungsverhältniß von Bindemittel zu Sand war also in Gewichtstheilen rund = 1 : 3. Die Menge der in den Mörteln enthaltenen löslichen Salze betrug 0,30 % bezw. 0,12 %.

Hierin wurde kein Grund für die weitgehende Zerstörung der Steine gefunden; daher wurden diese selbst verschiedenen Prüfungen unterworfen.

Das Gefüge der Steine war nicht überall gleichförmig.

Die Steine waren mehr oder weniger durchsetzt von rissigen zelligen Stellen und zeigten vereinzelte Ausscheidungen von kugeligen, steinigen Thonknollen; der Bruch war unregelmäßig, etwas muschelig.

Die Farbe war hell- bis dunkelroth. Die meisten Steine zeigten im Inneren eine dunklere Zone.

Durch Versuche wurde ermittelt:

Specifisches Gewicht s	Nordseite	= 2,619	Südseite	= 2,608
Raumgewicht r	„	= 1,732	„	= 1,829
Dichtigkeitsgrad $\frac{r}{s}$	„	= 0,661	„	= 0,701.

Die Menge der in Wasser löslichen Salze ergab sich bei den Ziegeln der Nordseite auf 0,17 %, bei den Ziegeln der Südseite auf 0,18 %.

Nach mehrtägiger Einwirkung von starker Salzsäure auf beide Ziegelsorten wurden keine Beschädigungen der Steinoberflächen beobachtet.

Die Wasseraufnahme der Ziegel von der Nordseite betrug 8,0 %, die der Steine von der Südseite 9,6 %, war also keineswegs übermäßig hoch. Der Unterschied ist vermuthlich in dem ungleichmäßigen Gefüge der Steine begründet, von denen nur je 5 Hälften zu den Versuchen benutzt werden konnten.

Dieselben Steinhälften wurden zu Frostversuchen benutzt, indem sie mit Wasser getränkt 25 Mal hinter einander je 4 Stunden einer Kältewirkung von etwa — 12 C° ausgesetzt und je 3 Stunden darauf in Wasser bei Zimmerwärme wieder aufgethaut wurden. Nach zweimaligem Frieren lösten sich bereits von je einer Probe der Nord- und der Südseite kleine Stücke los, während ein zweiter Stein von der Südseite beginnende Ablösung eines Steinsplitters zeigte. Die übrigen Proben blieben bis zum Ende der Frostversuche unversehrt.

Damit war erwiesen, daß ein Theil der für die Kirchenfassade verwendeten Verblendsteine dem Frost nur sehr geringen Widerstand entgegen stellte, und daß diese Steine somit für den beabsichtigten Zweck völlig ungeeignet waren. Leider reichte das Probematerial nicht aus, um die Steine auch auf Druckfestigkeit zu untersuchen, wodurch vielleicht weitere Aufschlüsse über das auffallende Verhalten der Steine gefunden worden wären. Ein besonderer Glücksumstand lag im vorliegenden Falle für den Bauherrn darin, daß die Ziegeleifirma zweijährige Garantie übernommen hatte und daß die ersten Schäden noch innerhalb dieser Frist bemerkt wurden. Die zeitraubenden und kostspieligen Reparaturen hätten aber durch rechtzeitige Prüfung der Steine vor der Verwendung erspart werden können.

b. Färben von Ziegeln mit Salzsäure.

Bei dem Neubau eines Königlichen Amtsgerichtsgebäudes in Westfalen hatte der Lieferant der Verblendziegel Steine geliefert, welche mit einer Flüssigkeit imprägnirt zu sein schienen, wodurch nach Ansicht des Bauleitenden sowohl das äußere Ansehen der Steine litt, als auch Benutzung und Dauer des Materials nachtheilig beeinflußt wurden.

Die Thatsache der Imprägnirung wurde auf dem Baue erst bemerkt, als schon ein Theil der Lieferung vermauert, und das Mauerwerk bis etwa 1 m über den Sockel aufgeführt war; daraufhin wurde die weitere Lieferung verhindert.

Zur Zeit der Prüfung der Steine war der Bau bereits unter Dach und zeigte — nach einem halben Jahre — durch die dunklere Färbung noch genau diejenigen Steine in der Fassade an, welche mit der Flüssigkeit imprägnirt waren. Diese Steine schwitzten außerdem eine bräunliche Flüssigkeit aus.

Dem Unternehmer wurden der Ersatz der imprägnirten Steine durch andere, sowie die Kosten des Herausnehmens der alten und Einsetzens der neugelieferten Steine aufgegeben, er weigerte sich indessen, diesem Ansuchen nachzukommen, indem er behauptete, das Aussehen der Steine würde sich nach dem Reinigen der Fassade durch Abwaschen mit Salzsäure zu einem gleichmäßigen ändern, auch würden diese Steine dem Baue nachtheilige Feuchtigkeit nicht weiter mittheilen.

Zur Entscheidung des Streites wurde das Urtheil der Versuchsanstalt angerufen.

Nachträglich erklärte der Lieferant, er habe die in Rede stehenden Verblendziegel mit 10—15 procentiger Salzsäure, wie sie in einem Stanz- und Emaillirwerk zur Verwendung kommt, getränkt, um ihnen die erforderliche dunklere Färbung zu geben.

Die Säure soll vorher zu keinen anderen Zwecken benutzt worden sein.

Nach dem Antrage sollte sich die Prüfung der Steine darauf erstrecken, festzustellen, ob die nach Angabe des Lieferanten mit 10—15 procentiger Salzsäure getränkten Verblendsteine Feuchtigkeit anziehen, die sich dem übrigen Mauerwerk mittheilen und dem Bau auf die Dauer schaden wird, oder ob man annehmen kann, daß nach Verlauf von 8 Monaten (so lange waren die Steine vermauert) die nachtheilige Wirkung der Säure aufgehoben ist und ferner, ob das Aussehen der Steine, welches durch das Ausschwitzen eines bräunlichen Stoffes gelitten hat, sich durch Abwaschen mit verdünnter Salzsäure ändern wird.

Das Probematerial bestand aus:

1. nicht imprägnirten Steinen (nicht vermauert gewesen),
2. imprägnirten Steinen (nicht vermauert gewesen),
3. imprägnirten Steinen (vermauert gewesen).

Die Untersuchung bezog sich auf:

1. Bestimmung des Gehaltes der in Wasser löslichen Bestandtheile an den unvermauerten Steinen vor der Imprägnirung mit Salzsäure, qualitative Analyse der Salze und Probe auf künstliche Auswitterung.
2. Bestimmung des Gehaltes der in Wasser löslichen Bestandtheile an den unvermauerten Steinen nach der Imprägnirung mit Salzsäure, qualitative Analyse der Salze und Auswitterungsversuch.
3. Bestimmung des Gehaltes der in Wasser löslichen Bestandtheile an den vermauert gewesenen imprägnirten Steinen nach dem Abwaschen der Auswitterungsprodukte mit verdünnter Salzsäure, qualitative Analyse der Salze und Auswitterungsversuch.
4. Qualitative Analyse der Auswitterungssubstanz.

Die Auswitterungsversuche wurden in der Weise vorgenommen, daß auf die Breitseite der Steine je ein Glasrohr von 35 mm lichtem Durchmesser und 30 cm Höhe wasserdicht aufgekittet wurde. Die Steine wurden derart wagerecht gelagert, daß eine genaue Beobachtung der Steinflächen möglich war. Die Rohre wurden bis zur vollständigen Sättigung der Steine mit Wasser gefüllt gehalten.

Versuchsergebnisse.

1. Nicht imprägnirte Ziegel (nicht vermauert gewesen).

a) In Wasser lösliche Bestandtheile 0,15 %. Hauptbestandtheile: Schwefelsaurer Kalk, Aetzkalk. Der wässerige Auszug reagirte alkalisch, beim Eindampfen überzog sich die Flüssigkeit mit einer feinen Krystallhaut von kohlensaurem Kalk. Die Steine enthielten also freien Kalk (Aetzkalk).

b) Auswitterungsversuch. Keine Auswitterungserscheinungen.

2. Imprägnirte Ziegel (nicht vermauert gewesen).

a) In Wasser lösliche Bestandtheile 1,26 %. Hauptbestandtheile: Chloride des Calciums, Aluminiums, Eisens und schwefelsaurer Kalk.

Der wässerige Auszug reagirte sauer und zeigte starke Chlorreaktion, beim Trocknen des zerkleinerten Ziegelmaterials entweichen deutlich Salzsäuredämpfe.

Die Steine waren sonach mit Salzsäure getränkt worden, welche noch zum Theil im freien Zustande vorhanden war.

b) Auswitterungsversuch: Weiße Ausschläge von schwefelsaurem Kalk.

3. Imprägnirte Ziegel (vermauert gewesen).

Die Ziegel wurden sorgfältig vom Mörtel befreit.

a) In Wasser lösliche Bestandtheile: 0,43 %. Hauptbestandtheile: Calciumchlorid, schwefelsaurer Kalk, Kieselsäure. Der wässerige Auszug reagirte neutral.

b) Auswitterungsversuch: Weiße Ausschläge von schwefelsaurem Kalk.

4. Analyse der Auswitterungsmasse.

Die rostbraunen Flecke an den vermauert gewesenen imprägnirten Steinen, welche hauptsächlich an den mit Mörtel in Berührung gekommenen Stellen der Steine und in der Nähe dieser Stellen auftraten, bestanden aus Eisenoxydhydrat.

Die gelinden weißen Beschläge, welche an einzelnen imprägnirten Steinen auch schon vor den Auswitterungsversuchen beobachtet wurden, erwiesen sich als schwefelsaurer Kalk. An den vermauert gewesenen Steinen ließen sich solche möglicherweise vorhandene Ausscheidungen wegen der starken Beschmutzung der Außenflächen mit Mörtel nicht wahrnehmen.

Die Entstehung der rostbraunen Flecke ist folgendermaßen zu erklären:

Die Salzsäure verwandelt, neben der Bildung anderer Chloride, einen Theil des Eisenoxydes der Ziegelmasse in Eisenchlorid, welches in Berührung mit dem Kalke bezw. Kalkwasser des Mörtels als unlösliches rothbraunes Eisenoxydhydrat (Rost) niedergeschlagen wird. Andere nebenher gehende Wirkungen der Säure kommen hier nicht in Betracht.

Nach vorstehenden Ergebnissen sind die im Antrage gestellten Fragen wie folgt zu beantworten:

Frage 1. Ziehen die Steine durch das Imprägniren mit Salzsäure Feuchtigkeit an, die sich dem übrigen Mauerwerk mittheilen, und dem Bau schaden kann?

Antwort: Die imprägnirten Steine halten einen gewissen Theil der Feuchtigkeit in Folge der gebildeten stark hygroskopischen Chloride, in erster Linie des Calciumchlorids zurück. Es ist nicht wahrscheinlich, daß sich die von Chlorcalcium festgehaltene Feuchtigkeit dem übrigen Mauerwerk in solcher Menge mittheilt, daß der Bau dadurch geschädigt wird.

Frage 2. Ist anzunehmen, daß nach Verlauf von 8 Monaten die nachtheilige Wirkung der Säure aufgehoben ist?

Antwort: In den Proben 3 (vermauerte Steine) war keine freie Salzsäure mehr vorhanden. Das voraufgegangene Imprägniren wird also nicht mehr Ursache weiterer brauner Eisenoxyd-Ausscheidungen sein.

Frage 3. Lassen sich die braunen Ausschläge durch Abwaschen mit Salzsäure entfernen?

Antwort: Die rostbraunen Ausschläge lassen sich zwar durch Abwaschen der Steine mit Salzsäure entfernen, es ist jedoch nicht ausgeschlossen, daß dieselben im Laufe der Zeit wieder, wenn auch vielleicht in etwas vermindertem Maße, zu Tage treten. Beim Abwaschen würde ein Theil der Säure sofort von den porösen Steinen aufgesogen und dann in derselben Weise wie beim erstmaligen Imprägniren zur Wirkung

gelangen; andererseits würde beim Auflösen des Eisenoxydes zu Chlorid gleichzeitig ein Theil der Chloridlösung in die Poren der Steine zurücktreten und nachträglich wieder in Gemeinschaft mit dem durch die aufgenommene Salzsäure neugebildeten Eisenchlorid unter der Einwirkung des Kalkwassers zu den Ausscheidungen Veranlassung geben können.

2. Treibwirkungen in einer Kunststeinmasse.

Ein Cementwaarenfabrikant hatte mit einem rothen Kunststeine, von dem er eine Probe einreichte, sehr schlechte Erfahrungen gemacht. Nach Angabe des Fabrikanten war der Stein in einem dem Luftzuge zeitweilig ausgesetzten Raume angefertigt und 24 Stunden nach der Fertigstellung täglich drei Mal angefeuchtet worden. Nach vier Wochen sollen sich in dem Kunststein feine Risse gebildet haben, welche sich mit der Zeit vermehrt und schließlich den Stein „zersetzt" haben sollen. Durch den Frost soll dann der Stein völlig zerstört worden sein. Der Stein bestand aus a. einer innern, grauen Masse, angeblich 1 Thl. Portlandcement A + $1^1/_2$ Thl. Quarzsand + $1^1/_2$ Thl. gesiebten Schlackensand; und b. der äußeren rothen Schicht, welche angeblich aus 1 Thl. Portlandcement B, 2 Thl. Quarzsand und 5 Thl. rother Kunststeinmasse zusammengesetzt war.

Fig. 1.

Die äußere Beschaffenheit des zur Probe eingereichten Gesimsstückes zeigt Fig. 1.

Der Verdacht, daß schlechte Beschaffenheit der verwendeten Cemente die erste Ursache der Zerstörungserscheinungen gewesen sei, führte zur Untersuchung dieser Cemente.

Die Prüfung auf Raumbeständigkeit ergab, daß die unter Wasser erhärteten Kuchen der Cemente A und B eben, scharfkantig und rißfrei blieben. Von den an der Luft erhärteten Kuchen aus beiden Cementen erlitten diejenigen, welche sofort nach der Herstellung der Zugluft ausgesetzt wurden — wie zu erwarten war — Schwindrisse, während die vor Zugluft geschützten Proben Anfangs unverändert blieben. Erst nach etwa 4 Wochen zeigten sämmtliche Kuchen aus Cement B einzelne radial verlaufende Risse und kleine warzenförmige Erhöhungen. Solche warzenähnliche Gebilde zeigte der Cement B auch bei der Darr- und Kochprobe, während er die Glühprobe bestand.

Um festzustellen, ob etwa besonders feine Mahlung der Cemente vorliege, und hierdurch die vielleicht vorhandene Neigung zur Rißbildung begünstigt sei, wurden mit beiden Cementen und auch mit der der Mischung b zugesetzten Kunststeinmasse Siebversuche angestellt.

Diese lieferten folgende Ergebnisse:

Siebrückstände auf den Sieben							
Maschen auf 1 qcm	120	180	324	600	900	5000	—
Cement A							
Gesammtrückstand in Procenten	—	0,0	0,2	0,5	1,3	22,0	—
Rückstand zwischen je 2 Sieben in Procenten . . .	0,0	0,2	0,3	0,8	20,7	78,0	
Cement B							
Gesammtrückstand in Procenten	0,0	0,1	0,4	0,6	1,3	22,0	—
Rückstand zwischen je 2 Sieben in Procenten . . . 0,0	0,1	0,3	0,2	0,7	20,7	78,0	
Kunststeinmasse							
Gesammtrückstand in Procenten	1,6	3,0	6,0	8,0	14,0	72,0	—
Rückstand zwischen je 2 Sieben in Procenten . . . 1,6	1,4	3,0	2,0	6,0	58,0	28,0	

Auf zu große Feinheit der Cement-Mahlung ließen sich hiernach die in dem Kunststein beobachteten Risse nicht zurückführen, wohl aber hatte die Kunststeinmasse selbst eine für starke Verdichtung sehr günstige Zusammensetzung in der Körnung.

Wie die chemische Analyse ergab, enthielt die Kunststeinmasse folgende Bestandtheile;

Sand (feiner Quarzsand) . . . . . 71,5 %
Rothe Farbe (1 Theil Eisenoxyd, 2 Theile Thon) . 2,2 %
Bindemittel (in verdünnter Salzsäure gelöst) . . . 26,3 %

Aus der chemischen Analyse der in Salzsäure gelösten Bestandtheile des Bindemittels wurde gefunden, daß das Bindemittel im Wesentlichen ein Gemenge von rund 1 Theil Gyps und 5 Theilen hydraulischem Kalk darstellte.

Die Mischung des Kunststeins (1 : 2 : 5) enthielt somit neben Sand, Farbe und hydraulischem Bindemittel auf 100 Theile Cement etwa 21 Theile gebrannten Gyps.

Die schädliche Wirkung des hohen Gypsgehaltes im Cement ist bekannt. Um sie in dem vorliegenden Falle nachzuweisen, wurden

1. 100 Theile Cement B mit 21 Theilen Gyps und
2. 1 Theil dieser Mischung mit 5 Theilen feinem Sand gemischt und aus diesen trockenen Mörteln unter Zusatz von 31,4 bezw. 22,3 % Wasser einige Kuchen hergestellt. Die Kuchen erhärteten an der Luft.

Einige von ihnen wurden nach 7 Tagen mehrere Male mit Wasser befeuchtet, wobei die Proben der Mischung 1 bereits nach 10 Tagen Kantenrisse zeigten und die der Mischung 2 mürbe und rissig wurden. Alle an der Luft aufbewahrten Proben blieben bis zu 10 Tagen Alter unverändert. Später wurden die Kuchen nicht weiter beobachtet, da das Ergebniß der Prüfung vorläufig befriedigte.

Um etwa vorhandene Raumunbeständigkeit der Cemente und der Kunststeinmasse in Mischung mit Cement B mit Sicherheit festzustellen, wurden aus ihnen Prismen geformt und im Bauschinger-Tasterapparat nach verschiedener Erhärtungsart gemessen. Die Ergebnisse

Tabelle 1. Messung der Längenänderung von Prismen von 10 cm Länge und 5 qcm Querschnitt.

Versuch Nr.	Wasserzusatz %	Art der Erhärtung	Längenänderungen in mm nach 48 Stunden	7 Tagen	Differenz	14 Tagen	Differenz	28 Tagen	Differenz
			Cement A.						
1	19	Gegen Zugluft geschützt	99,183	99,159	0,024	99,084	0,099	99,092	0,091
2			101,016	100,996	0,020	100,921	0,095	100,918	0,098
3			99,979	99,960	0,019	99,905	0,074	99,897	0,082
Mittel			—	—	0,021	—	0,089	—	0,090
1	19	Der Zugluft ausgesetzt	100,318	100,310	0,008	100,240	0,078	100,254	0,064
2			100,470	100,450	0,020	100,394	0,076	100,408	0,062
3			100,646	100,637	0,009	100,575	0,071	100,590	0,056
Mittel			—	—	0,012	—	0,075	—	0,061
			Cement B.						
1	20	Gegen Zugluft geschützt	100,215	100,200	0,015	100,129	0,086	100,115	0,100
2			100,870	100,856	0,014	100,775	0,095	100,770	0,100
3			101,206	101,179	0,027	101,105	0,101	101,105	0,101
Mittel			—	—	0,019	—	0,094	—	0,100
1	20	Der Zugluft ausgesetzt	102,922	102,915	0,007	102,859	0,063	102,866	0,056
2			102,388	102,381	0,007	102,319	0,069	102,338	0,050
3			101,025	101,019	0,006	100,961	0,064	100,968	0,057
Mittel			—	—	0,007	—	0,065	—	0,054
			1 Raumthl. Cement B + 2 Raumthl. feiner Quarzsand + 5 Raumthl. Kunststeinmasse.						
1	12	Gegen Zugluft geschützt	101,680	101,664	0,016	101,670	0,010	101,649	0,031
2			101,457	101,436	0,021	101,450	0,007	101,423	0,034
3			101,455	101,433	0,022	101,445	0,010	101,422	0,033
Mittel			—	—	0,020	—	0,009 (?)	—	0,033
1	12	Der Zugluft ausgesetzt	102,278	102,244	0,034	102,248	0,030	102,229	0,049
2			101,732	101,720	0,012	101,715	0,017	101,693	0,039
3			103,015	103,010	0,005	103,008	0,007	102,989	0,026
Mittel			—	—	0,017	—	0,018	—	0,038

enthält die Tabelle I. Sie sind außerdem für die der Zugluft ausgesetzten Proben in Fig. 2 zeichnerisch aufgetragen. Aus ihnen ist ersichtlich, daß bei trockener Aufbewahrung die verwendeten Materialien hinsichtlich ihrer Raumbeständigkeit keinerlei auffällige Erscheinungen zeigen.

Nun wurden in gleicher Zusammensetzung wie der Kunststein sie hatte in eisernen Formen Würfel von Hand geformt, die somit in der unteren Hälfte aus 1 Raumtheil Cement A + 1½ Raumtheil Quarzsand + 1½ Raumtheil Schlackensand (mit 9% Wasser) und in der oberen Hälfte aus einem Raumtheil Cement B + 2 Raumtheilen Quarzsand + 5 Raumtheilen Kunststeinmasse (mit 12% Wasser) bestanden. Ein Würfel wurde vollständig aus der zweiten (Kunststein-)Mischung hergestellt.

Kurz nach der Entformung der Würfel und während der sechswöchentlichen Erhärtungszeit traten an der geglätteten Oberfläche feine Haarrisse auf, die indessen nur beim Befeuchten

mit Wasser sichtbar wurden, beim Trocknen aber anscheinend wieder verschwanden. Ein Würfel zeigte einen deutlichen Querriß, der sich nach dem Einlegen des Würfels im Wasser erweiterte. Mit der Zeit erweiterten sich die Risse nach mehrmaligem Anfeuchten netzartig

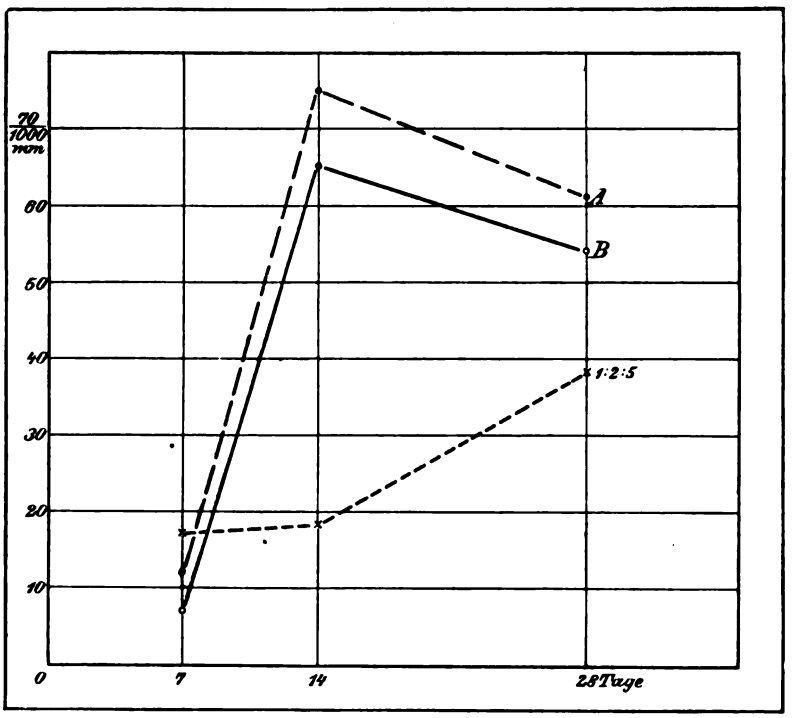


Fig. 2. Verlauf der Längenänderungen von Prismen aus zwei Portlandcementen und einer Kunststeinmasse.
Der Zugluft ausgesetzte Prismen von 100 mm Länge.

Fig. 3.

Fig. 4.

und durchzogen die rothe Oberschicht bis auf die Grundmasse, die rissefrei blieb (Fig. 3). Der vollständig aus Kunststeinmasse geformte Würfel wurde bald nach der Herstellung netzrissig. Nach 4 Wochen Luftlagerung wurde er in Wasser gelegt, wodurch sich die Risse mehr

und mehr zu klaffenden Spalten erweiterten, die in der oberen, stärker verdichteten Hälfte stärker auftraten und in dem unteren, weniger dichten Theil verliefen (Fig. 4).

Aus den Ergebnissen der Versuche und den beobachteten Zerstörungserscheinungen wird geschlossen, daß die sehr dichte Kunststeinmasse in Folge Treibwirkung des darin enthaltenen Gypses bei Wasseraufnahme rissig geworden ist, und daß die Rißbildung durch die Körnung der Masse, die nicht völlig zweifelsfreie Beschaffenheit des Cementes B und das gelegentliche Bewässern während des Erhärtungsfortganges wahrscheinlich begünstigt worden ist.

3. Ostafrikanische Gesteine.

Das Komitee für den Bau einer Centralbahn in Deutsch-Ostafrika hatte 5 Gesteinsarten, welche von der zu Eisenbahnstudienzwecken im Jahre 1895 nach Deutsch-Ostafrika entsandten und von Geh. Oberregierungsrath Bormann geleiteten Expedition mitgebracht worden sind, zur Prüfung auf ihre mineralogischen Eigenschaften und Verwendbarkeit für bauliche Zwecke eingereicht. Da das Probematerial nur aus einzelnen kleinen Stücken bestand, ließ sich die Verwendbarkeit nicht auf Grund von Festigkeitsuntersuchungen feststellen. Die gefundenen Ergebnisse der Prüfungen sind in nachfolgender Tabelle zusammengestellt.

Alle 5 Steinsorten zeigten mehr oder weniger stark vorgeschrittene Auswitterungs- bezw. Zersetzungserscheinungen. Unter europäischen Verhältnissen würde nur das Material B als Eisenbahnschottermaterial verwendbar sein. Die Frage nach dem Vorhandensein ausbeutungswürdiger Metalle (Edelmetalle) in den Gesteinen mußte verneint werden.

Mineralogische und petrographische Eigenschaften.

Bezeichnung der Probestücke	Mineralbestandtheile	Gefüge (Struktur)	Bruch	Farbe	Einordnung	Bemerkungen
A.	mittelkörniger, scharfeckiger Quarz durch ein kieselig-thoniges Cement verkittet	psammitisch	unregelmäßig bröcklig	gelblichweiß	Sandstein	—
B.	Quarz	krystallinisch-körnig bis dicht. Stellenweise etwas zellig-porös mit vereinzelten kleinen, von krystallisirtem Quarz ausgekleideten Drusenräumen, nach Außen hin stark kavernös	scharfkantig, flachmuschlig bis splittrig	röthlichgrau melirt	Quarzit (Quarzfels)	—
C.	Quarz, kaolinisirter Feldspath, Graphit	krystallinisch-körnig, schiefrig-flaserig	parallelflächig, uneben, etwas bröcklig	grau gestreift	Graphitgneiß	—
D.	Quarz, Feldspath (Orthoklas), Kaliglimmer (Muskovit)	krystallinisch grobkörnig	unregelmäßig rauh	gelblichweiß melirt	Granit oder Gneiß	An den verhältnißmäßig kleinen Probestücken war nicht mit Sicherheit das Vorwiegen des einen oder andern Gesteines zu erkennen.
E.	Feine bis mittelkörnige Fragmente von Quarz, kaolinisirtem Feldspath, Cyanit und goldglänzendem Kaliglimmer liegen in einer eisenreichen, humösen, harten Lehmmasse sandsteinartig fest eingebettet	psammitisch-pelitisch	unregelmäßig erdig	äußerlich: rostfarbig, im Innern: durch organische Substanzen schwarz gefärbt	Laterit oder Tschernosem (Schwarzerde)	

B. Aus der Abtheilung für Papierprüfung.

Vom Abtheilungsvorsteher W. Herzberg.

1. Einfluß höherer Wärmegrade auf die Festigkeitseigenschaften von Papier.

Daß Wärme nachtheilig auf die Festigkeitseigenschaften von Papier einwirkt, ist allgemein bekannt; ich verweise hier nur auf die wohl vielseitig beobachtete Erscheinung, daß Lampenschirme aus Papier bei längerem Gebrauch, namentlich in ihrem oberen dem Cylinder naheliegenden Theil, allmählich brüchig und spröde werden.

Zahlenmäßig festgestellt ist bis jetzt, soweit mir bekannt, der Einfluß der Wärme auf die Eigenschaften des Papiers nur in einem Fall, nämlich von Dr. R. Lenz an einer besonders für diesen Zweck hergestellten Papiersorte aus reinem Hanf. Lenz hat die Ergebnisse seiner Beobachtungen in den Nr. 54—55 der Papier-Zeitung 1895 niedergelegt und ist zu folgenden Schlüssen gekommen:

1. Bei einer Erwärmung bis 100° übt die Temperatur auf die Eigenschaften des Papiers keinen merklichen Einfluß aus, selbst wenn die Erwärmung 95 Stunden hindurch fortgesetzt wird.

2. Schon bei 100° gehen im Papier merkliche Aenderungen vor, die durch eine Abnahme der Festigkeit und Dehnung kenntlich werden, während eine Gewichtsabnahme des Papiers nicht konstatirt werden kann. Mit der Dauer der Erwärmung schreiten solche Aenderungen stetig fort. Je höher die Erwärmungstemperatur, desto rascher verlaufen die Aenderungen.

3. Bei nur zweistündiger Erwärmung wird eine Aenderung des Papiers erst dann merklich, wenn dasselbe bis etwa 140° erwärmt wurde. Ueber diese Temperatur hinaus nehmen Festigkeit und Dehnung der Temperaturerhöhung nahezu proportional ab.

Weitere derartige Untersuchungen, vorausgesetzt, daß sie umfangreich genug und systematisch angelegt sind, würden einen werthvollen Beitrag zur Beurtheilung der Dauerhaftigkeit unserer Papiere abgeben. Bei der bereits seit langer Zeit in Aussicht genommenen Durcharbeitung der Frage der Dauerhaftigkeit der Papiere, der die Versuchsanstalt aber bisher aus Mangel an Mitteln leider noch nicht näher treten konnte, müßte auch der Einfluß verschiedener Wärmegrade auf die Eigenschaften des Papiers ermittelt werden.

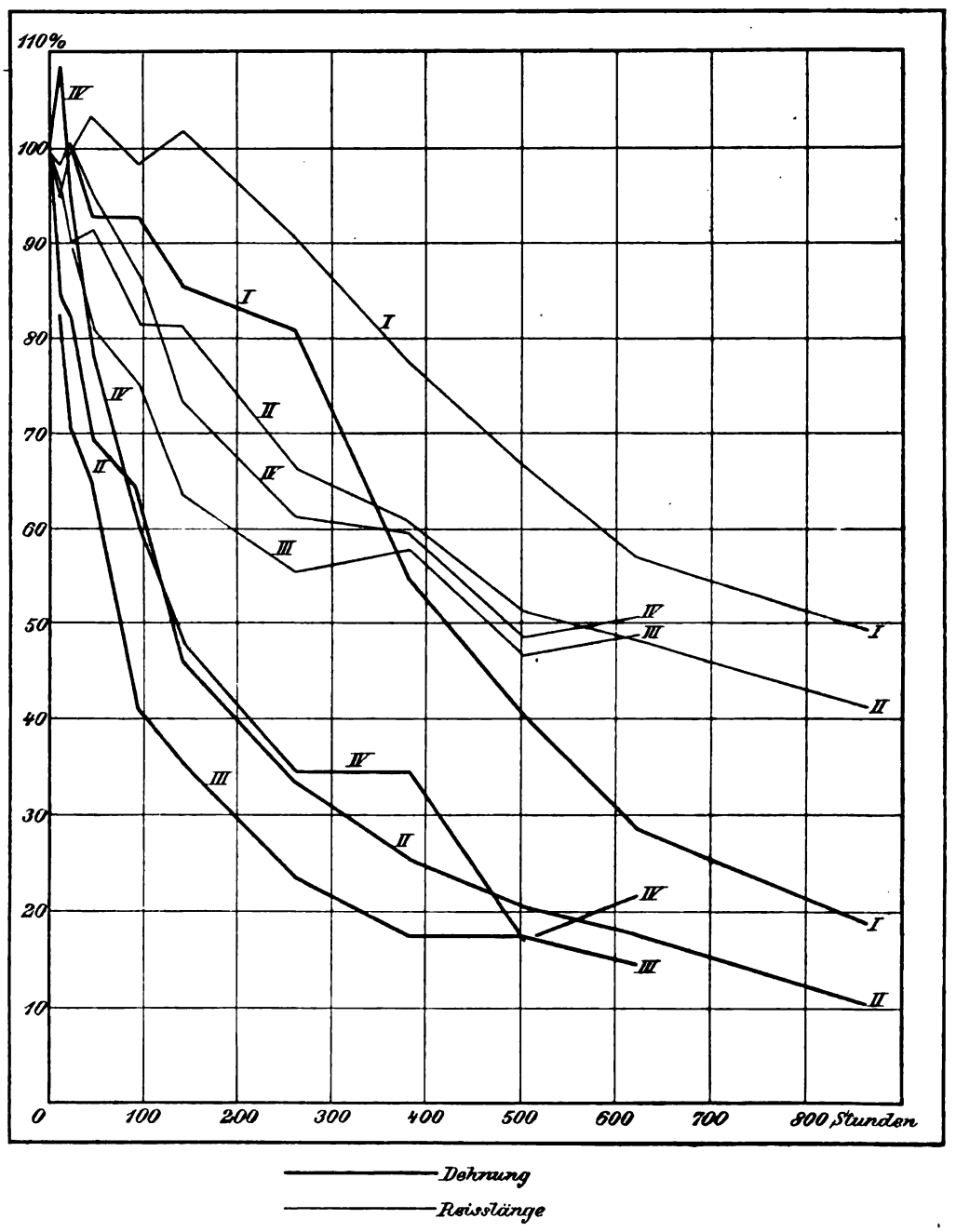
Man würde sich hierbei nicht auf die Wärmegrade beschränken, welche für uns praktisch in Frage kommen (etwa bis zu 40 C°), sondern auch höher gehen, da man bis zu einem gewissen Grade wohl annehmen kann, daß eine kurze Einwirkung höherer Wärmegerade ähnliche Wirkungen hervorbringen wird, wie eine längere Einwirkung minderer Grade. Man würde also durch Anwendung höherer Wärmegrade die Versuchsdauer abkürzen und eher zu einem Urtheil gelangen, welches, wenn es auch nicht ausschlaggebend sein kann, doch einen wichtigen Anhalt zur Beurtheilung der Frage geben würde.

Im Nachfolgenden sind die durch Prüfung von 4 verschiedenen Papieren, welche längere Zeit (theils 622 Stunden, theils 862 Stunden) der Einwirkung einer Wärme von etwa 98 C° ausgesetzt waren, ermittelten Versuchsergebnisse wiedergegeben. Die Stoffzusammensetzung, Art der Leimung und die Menge des Füllstoffes der untersuchten Papiere sind aus der nachfolgenden Tabelle ersichtlich. Die Versuchsausführung war die folgende. Von

Einfluß des Trocknens bei 98 C° auf die Festigkeitseigenschaften von Papier.

Zustand	Maschinenrichtung		Querrichtung		Mittel				Feuchtigkeit des Papiers
	Reißlänge km	Dehnung %	Reißlänge km	Dehnung %	Reißlänge km	Verhältnißzahl	Dehnung %	Verhältnißzahl	%
I. Thierisch geleimtes Urkundenpapier aus dem Jahre 1839. (Stoff: Leinen, Zusatz Baumwolle; Asche 4,0 %.)									
Vor dem Trocknen . .	3,84	4,2	2,57	4,2	3,21	100	4,2	100,00	6,5
12 Stunden getrocknet	3,54	4,0	2,56	4,3	3,05	95,01	4,2	100,00	6,1
24 „ „	3,69	3,7	2,69	4,6	3,19	99,37	4,2	100,00	6,5
48 „ „	4,01	3,7	2,63	4,1	3,32	103,42	3,9	92,85	5,2
96 „ „	3,73	3,7	2,56	4,1	3,15	98,13	3,9	92,85	6,1
142 „ „	3,97	3,4	2,56	3,8	3,27	101,86	3,6	85,71	5,6
262 „ „	3,41	3,3	2,39	3,4	2,90	90,34	3,4	80,95	4,9
382 „ „	2,51	1,4	2,47	3,2	2,49	77,57	2,3	54,76	4,5
502 „ „	2,69	1,8	1,59	1,5	2,14	66,66	1,7	40,47	4,5
622 „ „	2,06	1,0	1,59	1,3	1,83	57,00	1,2	28,57	4,2
862 „ „	1,79	0,7	1,36	0,8	1,58	49,22	0,8	19,04	4,0
II. Harzgeleimtes Kanzleipapier. (Stoff: Leinen, Baumwolle, Holzcellulose; Asche 10,3 %.)									
Vor dem Trocknen . .	5,20	2,5	3,92	5,2	4,56	100,00	3,9	100,00	6,1
12 Stunden getrocknet	5,00	2,2	3,77	4,3	4,39	96,27	3,3	84,61	5,8
24 „ „	4,96	2,1	3,52	4,3	4,11	90,13	3,2	82,05	6,2
48 „ „	4,75	1,9	3,57	3,5	4,16	91,22	2,7	69,23	5,1
96 „ „	4,15	1,6	3,29	3,3	3,72	81,57	2,5	64,10	5,8
142 „ „	4,13	1,3	3,26	2,2	3,70	81,14	1,8	46,15	5,2
262 „ „	3,39	1,0	2,64	1,5	3,02	66,22	1,3	33,33	4,7
382 „ „	3,17	0,8	2,39	1,2	2,78	60,96	1,0	25,64	4,5
502 „ „	2,60	0,7	2,05	0,9	2,33	51,09	0,8	20,51	4,3
622 „ „	2,41	0,6	1,99	0,7	2,20	48,24	0,7	17,94	3,8
862 „ „	2,03	0,3	1,73	0,5	1,88	41,22	0,4	10,25	3,3
III. Harzgeleimtes Conceptpapier. (Stoff: Holzcellulose; Asche 3,3 %.)									
Vor dem Trocknen . .	7,24	1,6	4,50	5,1	5,87	100,00	3,4	100,00	6,9
12 Stunden getrocknet	7,26	1,4	4,01	4,1	5,64	96,08	2,8	82,35	7,0
24 „ „	6,81	1,5	3,78	3,3	5,30	90,28	2,4	70,58	6,9
48 „ „	6,23	1,3	3,26	3,0	4,76	81,09	2,2	64,70	6,8
96 „ „	5,82	1,1	2,99	1,7	4,41	75,12	1,4	41,17	5,6
142 „ „	4,50	0,9	3,00	1,5	3,75	63,71	1,2	35,29	5,2
262 „ „	4,11	0,6	2,38	0,9	3,25	55,36	0,8	23,52	6,7
382 „ „	3,92	0,5	2,88	0,7	3,40	57,92	0,6	17,64	5,0
502 „ „	3,42	0,5	2,05	0,6	2,74	46,67	0,6	17,64	6,2
622 „ „	3,38	0,4	2,32	0,6	2,85	48,55	0,5	14,70	6,1
IV. Kupferdruckpapier (Ungeleimt). (Stoff: Leinen, Baumwolle, Holz- und Strohcellulose; Asche 17,0 %.)									
Vor dem Trocknen . .	2,42	1,6	1,64	3,0	2,03	100,00	2,3	100,00	5,0
12 Stunden getrocknet	2,32	2,0	1,65	2,9	1,99	98,02	2,5	108,69	4,7
24 „ „	2,41	1,7	1,67	2,6	2,04	100,49	2,2	95,65	4,4
48 „ „	2,31	1,4	1,55	2,1	1,93	95,07	1,8	78,26	4,9
96 „ „	2,08	1,2	1,43	1,6	1,76	86,69	1,4	60,86	4,1
142 „ „	1,71	0,9	1,26	1,2	1,49	73,39	1,1	47,82	3,8
262 „ „	1,44	0,7	1,03	0,7	1,24	61,08	0,7	30,43	4,7
382 „ „	1,40	0,5	1,01	0,9	1,21	59,60	0,7	30,43	3,1
502 „ „	1,08	0,4	0,87	0,4	0,98	48,27	0,4	17,39	4,1
622 „ „	1,25	0,4	0,81	0,5	1,03	50,73	0,5	21,73	4,3

jedem Papier wurde aus beiden Richtungen eine Anzahl Versuchsstreifen entnommen, ein Theil sofort geprüft[1]) und die übrigen in einem Trockenapparat täglich 6 Stunden auf etwa 98 C° erhitzt. Von Zeit zu Zeit wurden dann wieder Streifen entnommen, 1—2 Stunden



[1]) Bei dieser und allen späteren Prüfungen wurden je 5 Streifen aus den beiden Richtungen zerrissen die Mittelwerthe ergeben also einen Durchschnitt von je 10 Versuchen.

in einem Raum von 65% Luftfeuchtigkeit ausgelegt und dann geprüft. Die hierbei ermittelten Ergebnisse sind vorstehend zusammengestellt; aus diesen Werthen, welche nebenstehend graphisch aufgetragen sind, geht deutlich hervor, daß bei allen 4 Papiersorten die Festigkeit und Dehnung infolge der andauernden Erwärmung abgenommen hat; nach einer 622 stündigen Einwirkung haben die Papiere rund 50% ihrer Festigkeit und 70—80% ihrer Dehnung eingebüßt.

Am günstigsten hat sich das thierisch geleimte Papier I verhalten; nach einer 142 stündigen Erwärmung hat seine Festigkeit noch nicht abgenommen, während die der übrigen 3 Papiere schon deutlich zurückgegangen ist.

Am ungünstigsten hat sich das harzgeleimte, aus Holzcellulose hergestellte Papier III verhalten, welches schon nach kurzer Zeit eine deutliche Abnahme der Festigkeit und Dehnung zeigt. Zwischen beiden liegen die Papiere II und IV, von denen sich das letztere, ungeleimte günstiger verhalten hat als die beiden harzgeleimten Sorten II und III.

Die letzte Spalte der Zusammenstellung bestätigt die bereits anderweitig gemachte Beobachtung, daß ausgetrocknete Faserstoffe nicht wieder so viel Feuchtigkeit aus der Luft aufnehmen, wie sie im ursprünglichen Zustand gehabt haben. Bei allen 4 Papieren zeigt sich eine stetige Abnahme des Feuchtigkeitsgehaltes bei zunehmender Trocknungsdauer.

Diese wenigen Versuche verbieten naturgemäß weitgehende allgemeine Schlußfolgerungen; sie können nur als Material betrachtet werden, welches in Verbindung mit weiter zu machenden Beobachtungen mit zur Beantwortung der Frage dienen soll, ob sich bei höherer Wärme Lumpenfasern günstiger verhalten als solche aus Zellstoffen, und ob thierische Leimung einen günstigen, Harzleimung einen nachtheiligen Einfluß ausübt.

Um weiteres Beobachtungsmaterial zu gewinnen, sind 19 Papiere von verschiedener Stoffzusammensetzung und Leimung, sowie von verschiedener Festigkeit in einem Trockenschrank untergebracht worden, der dauernd auf etwa 40 C° erwärmt wird; von Vierteljahr zu Vierteljahr werden von allen Papieren Proben entnommen und geprüft; das Material dürfte für eine Beobachtungszeit von etwa 5 Jahren ausreichen. Ueber das Ergebniß der Beobachtungen wird seiner Zeit berichtet werden.

2. Widerstand gegen Zerknittern.

In Heft 1 der „Mittheilungen aus den technischen Versuchsanstalten" 1895 berichtete ich über eine Reihe charakteristischer Fälle, in denen der bei der Prüfung verschiedener Papiere für den Widerstand gegen Zerknittern und Reiben ermittelte Werth in auffallendem Widerspruch zu den Werthen für Reißlänge und Bruchdehnung stand.

Nachstehend sei eine Reihe weiterer derartiger Fälle mitgetheilt.

Normalpapiere 3a:

Mittlere Reißlänge:	Mittlere Dehnung:	Widerstand gegen Zerknittern:
3450 m	2,0%	sehr gering
4250 „	2,2 „	sehr gering
4350 „	2,4 „	sehr gering
4350 „	2,8 „	mittelmäßig

Normalpapiere 3b:

3275 m	2,6%	gering
3350 „	2,4 „	gering

Mittlere Reißlänge:	Mittlere Dehnung:	Widerstand gegen Zerknittern:
3450 m	2,1 %	sehr gering
3475 „	2,3 „	sehr gering
3525 „	2,2 „	gering
3550 „	3,0 „	gering
3575 „	2,3 „	gering
3650 „	2,4 „	gering
3750 „	2,5 „	gering
3975 „	2,6 „	gering
	Normalpapiere 4a:	
3750 m	2,6 %	sehr gering
4200 „	2,7 „	gering
4200 „	1,9 „	sehr gering
4675 „	2,7 „	gering
4675 „	2,8 „	sehr gering
	Normalpapiere 4b:	
3850 „	2,0 %	sehr gering
3875 „	3,3 „	gering
4200 „	2,4 „	gering
4425 „	1,8 „	sehr gering
4875 „	2,5 „	mittelmäßig
	Normalpapier 8a:	
3000 m	2,9 %	gering
	Normalpapier 8b:	
3175 m	2,5 %	sehr gering
	Pergamynpapiere:	
5925 m	2,1 %	gering
6175 „	2,1 „	gering
6200 „	2,0 „	gering

Dies sind wieder Beispiele dafür, daß es bei der Beurtheilung der Verwendungsfähigkeit eines Papiers unumgänglich nothwendig ist, den Widerstand gegen Zerknittern und Reiben mit heranzuziehen, weil eben die Werthe für Reißlänge, Dehnung und Widerstand nicht immer parallel verlaufen.

Es erscheint im Interesse der Fachkreise nothwendig, hierauf immer wieder hinzuweisen, da die Ansicht, daß bei genügender Reißlänge und Bruchdehnung auch der Widerstand gegen Zerknittern genügend sein müsse, der Versuchsanstalt immer wieder entgegengehalten wird.

Kürzlich mußte ein Conceptpapier 3b beanstandet werden, weil der Widerstand gegen Zerknittern nur als mittelmäßig zu beurtheilen war. Das Papier hatte eine mittlere Reißlänge von 3350 m und eine Bruchdehnung von 2,8 %, genügte also hinsichtlich dieser beiden Eigenschaften. Fünf von fünf verschiedenen Beobachtern ausgeführte Prüfungen auf Widerstandsfähigkeit gegen Zerknittern und Reiben lieferten sämmtlich das Ergebniß „mittelmäßig", des-

gleichen die beiden weiter ausgeführten Kontrolprüfungen. Die Fabrik, welche das Papier erzeugt hatte, schrieb nach Empfang des Prüfungsergebnisses an die Versuchsanstalt:

„Wenn nun unser Papier an Reißlänge und auch an Bruchdehnung so völlig reichlich die Bedingungen erfüllt, so müßte doch wohl mit Recht angenommen werden können, daß es doch der weiter gegebenen Vorschrift im Widerstand gegen Zerknittern genügt, um so mehr, als man wohl annehmen darf, daß in dieser Beziehung die Beurtheilung nur relativ sein kann, und nicht immer gleich ausfallen dürfte."

Wenn die Annahme der Fabrik richtig wäre, hätte man überhaupt keine Veranlassung gehabt, die Prüfung auf Widerstand gegen Reiben in die amtliche Papierprüfung einzuführen. Die Werthe für Reißlänge, Dehnung und Widerstand verlaufen eben nicht immer parallel, und weil es Papiere giebt, welche bei verhältnißmäßig hoher Reißlänge und Dehnung dennoch spröde und brüchig sind, hat sich die Bestimmung der Widerstandsfähigkeit gegen Reiben und Knittern als nothwendig erwiesen. Diese Nothwendigkeit ist im Großen und Ganzen auch seitens der Industrie anerkannt worden. Die Einwendungen, welche gemacht wurden, richten sich vorzugsweise gegen die Ausführung der Prüfung mit der Hand.

Daß die Handknitterung Mängel hat, hat die Versuchsanstalt nie bestritten; mit diesen Mängeln muß man sich bei den vorliegenden Erfahrungen aber so lange abfinden, bis ein einwandfreies mechanisches Verfahren als Ersatz für die Handknitterung gefunden ist. Ist dieses Ziel erreicht, so wird die Versuchsanstalt nicht zögern, das Handverfahren durch das mechanische zu ersetzen. Bis dahin dürfte es aber im Interesse der Fachkreise liegen, sich mit dem Handknitterverfahren soviel wie möglich vertraut zu machen, um auch ein eigenes Urtheil über ein Papier abgeben zu können. Daß in dieser Beziehung vieles besser sein könnte, lehrt die Erfahrung der Versuchsanstalt im Verkehr mit den Interessenten; ein Beispiel für viele mag dies erläutern.

Der Direktor einer bedeutenden Papierfabrik kommt in Begleitung einiger Beamten derselben Fabrik in die Versuchsanstalt und beklagt sich darüber, daß die Papiere seiner Fabrik so häufig wegen zu geringen Widerstandes gegen Zerknittern beanstandet würden; er müsse dies umsomehr beklagen, als die Papiere in den übrigen Eigenschaften für ausreichend befunden worden seien, und ihm eine Beanstandung auf Grund der Handknitterung, welche doch auf Zuverlässigkeit keinen Anspruch machen könne, nicht angebracht erscheine.

Auf die Frage, ob er selbst oder einer seiner Beamten mit der Handknitterung praktische Erfahrungen gesammelt, insbesondere seine eigenen Papiere geprüft hätte, und so zu dem ungünstigen Urtheil über das Knittern gekommen sei, erfolgte eine verneinende Antwort.

Es wurde den Herren hierauf Gelegenheit gegeben, sich mit der Handknitterung, wie sie in der Versuchsanstalt geübt wird, vertraut zu machen; sie führten Reibversuche mit ihren eigenen Papieren aus und mit anderen Sorten von verschiedener Festigkeit, bis sie erklärten, mit der Art der Ausführung so vertraut zu sein, um in der Fabrik weitere Versuche vornehmen zu können. Bei ihrem Fortgange wurde ihnen der Rath ertheilt, wenn möglich die Versuche von mehreren Beobachtern (Werkführer, Maschinenführer, Kontorbeamte u. s. w.) ausführen zu lassen, wie es in der Versuchsanstalt stets geschieht; ergäben sich hierbei verschiedene Urtheile, so seien die Versuche zu wiederholen, und mit der wachsenden Anzahl der Einzelurtheile würde man dem in der Versuchsanstalt zu erwartenden Widerstandsgrad immer näher kommen.

Nach längerer Zeit ging der Versuchsanstalt folgendes Schreiben zu:

„Ich bin erfreut, Ihnen die Mittheilung machen zu können, daß unsere Anwesenheit bei Ihnen von großem Nutzen war; wir haben uns heute in die bislang auch hier

angefochtene Methode über die Untersuchung in Bezug auf den Widerstand gegen Zerknittern hineingefunden, und ich bin mit Ihnen der Ansicht, daß eine bessere Methode bisher nicht existirt, auch vor der Hand schwerlich gefunden werden dürfte, da man durch das jetzige Verfahren in den Stand gesetzt ist, gleich an der Papiermaschine ohne Zeitverlust zu prüfen; selbstredend gehört Uebung und selbst gesammelte Erfahrung dazu, um mit einiger Sicherheit prüfen zu können."

Daß auch der Praktiker bei einiger Uebung und einigem Interesse für die Sache sehr wohl in der Lage ist, ein Urtheil über die Widerstandsfähigkeit gegen Reiben und Knittern abzugeben und sich wenigstens bis zu einem gewissen Grade zu versichern, ob sein Papier Aussicht hat, bei der amtlichen Prüfung durchzukommen, zeigen die Erfahrungen der Versuchsanstalt mit den Volontären; letztere kommen zumeist in die Anstalt, ohne mit dem erwähnten Prüfungsverfahren vertraut zu sein, und doch finden sie bald eine ziemliche Sicherheit in der Bestimmung des Widerstandsgrades.

Werden sie auch später in der Praxis nicht immer in der Lage sein, mit Sicherheit voraussagen zu können, ob ein Papier bei der amtlichen Prüfung genügen wird (es sei denn, daß die Papiere ganz wesentlich besser gearbeitet sind, als verlangt), so wird es ihnen doch nicht begegnen, daß sie Papiere mit einem um drei bis vier Stufen zu geringen Widerstand für ausreichend halten. Daß solche Fälle aber vorkommen, zeigen die statistischen Arbeiten der Versuchsanstalt, und es erfüllt den Statistiker mit Bedauern, wenn er berichten muß, daß z. B. ein mit dem Wasserzeichen des Fabrikanten versehenes Normal 3 a statt einen „großen" einen „sehr geringen" Widerstand gegen Zerknittern aufweist. Solche mißrathenen Anfertigungen sollten die Fabrik überhaupt nicht verlassen; sie tragen wahrlich nicht dazu bei, den Ruf der Fabrik zu heben.

Glücklicherweise, und zum Ruhme der deutschen Papierindustrie sei es gesagt, treten solche Erscheinungen nur vereinzelt auf; aber auch als Ausnahmen sollten sie verschwinden, gerade weil es verhältnißmäßig leicht ist, derartige schwere Verstöße selbst zu ermitteln.

3. Packpapierprüfung.

In Nr. 51 des „Wochenblattes für Papierfabrikation" 1897 wurde in einem „Papierprüfung" überschriebenen Artikel des Herrn Sg. darauf hingewiesen, daß bei der Prüfung von Packpapier mit Hilfe der bekannten Festigkeitsmaschinen Ergebnisse erzielt werden können, welche der wahren Festigkeit des Packpapiers nicht entsprechen. Es wurde darauf aufmerksam gemacht, daß Packpapiere sehr häufig eine außerordentlich wolkige Durchsicht zeigen, und daß bei solchen ungleichmäßigen Papieren, wenn man Streifen von nur 15 mm Breite zerreißt, die ermittelte Festigkeit kein Maß für die Beurtheilung des Papiers abgeben könne, weil bei der praktischen Verwendung größere Flächen des Papiers in Anspruch genommen werden, so daß die Ungleichmäßigkeiten nicht zur Geltung kommen. Der Verfasser hält es daher für nothwendig, statt der bisher bei der Prüfung wohl allgemein verwendeten 15 mm breiten Streifen erheblich breitere Streifen zu benutzen, um den Einfluß der Ungleichmäßigkeiten des Papiers zu beseitigen; er regt an, die Versuchsanstalt möge eine Reihe systematisch angelegter Versuche ausführen, um Klarheit in diese Frage zu bringen. Um einige Zahlenwerthe zu dieser Frage zu gewinnen, wurde eine zur Verfügung stehende Packpapierprobe, welche eine außerordentlich stark wolkige Durchsicht zeigte, der Prüfung unterworfen und hierbei wurden Streifen von 50 mm, 15 mm und 5 mm Breite verwendet. Streifen von 100 mm Breite zu verwenden war leider mit Rücksicht auf die Breite der für die Zerreißapparate zur Ver-

fügung stehenden Einspannklemmen nicht möglich. Die Prüfung wurde bei 18 bis 19 C° Zimmerwärme und 65% Luftfeuchtigkeit vorgenommen. Sämmtliche Werthe sind Mittel aus je 5 Versuchen. Die Versuche wurden zum Theil mit dem Schopperschen 100 kg-Apparat, zum Theil mit dem Wendlerschen Zugfestigkeitsprüfer ausgeführt. Die ermittelten Ergebnisse sind in nachstehender Tabelle zusammengestellt:

Ergebnisse der Prüfung eines Packpapiers bei verschieden breiten Versuchsstreifen.

Streifenbreite	Längsrichtung			Querrichtung			Mittel		
	Dehnung %	Bruchlast kg	Reißlänge m	Dehnung %	Bruchlast kg	Reißlänge m	Dehnung %	Bruchlast kg	Reißlänge m
50 mm	1,6	51,85	7400	6,8	29,68	3750	4,2	40,77	5575
15 „	1,8	16,07 (15,75)	7750	6,0	8,48 (8,91)	3650	3,9	12,28 (12,24)	5700
5 „	1,7	5,35 (5,19)	7600	5,8	2,65 (2,97)	3350	3,8	4,00 (4,08)	5475

Vergleicht man die Mittelwerthe, welche bei den drei verschiedenen Streifenbreiten gewonnen wurden, so ist ohne Weiteres ersichtlich, daß wesentliche Unterschiede nicht vorhanden sind, wenigstens nicht zwischen dem Ergebniß der 15 mm und 50 mm breiten Streifen. Die Ergebnisse bei den 5 mm breiten Streifen bleiben theilweise hinter den übrigen zurück, indessen kann auch hier von einem erheblichen Unterschiede nicht gesprochen werden.

Konnten auch, wie schon erwähnt, Streifen von 100 mm Breite nicht zerrissen werden, so ist nach den vorliegenden Ergebnissen kaum zu erwarten, daß 100 mm breite Streifen wesentlich andere Prüfungsergebnisse liefern werden als 50 mm breite.

Die Befürchtungen des Herrn Verfassers des oben genannten Artikels treffen also mit Rücksicht auf das untersuchte Papier nicht zu.

Wenn man unter Zugrundelegung der für die 50 mm breiten Streifen ermittelten Bruchlasten diejenigen für 15 mm und 5 mm breite Streifen berechnet, so ergeben sich die in Klammern gesetzten Werthe. Diese stimmen mit den beim Versuch ermittelten, wie ersichtlich, sehr gut überein.

Der Versuchsanstalt stehen zur Zeit weitere Sorten von Packpapier, die sich durch eine besonders wolkige Durchsicht auszeichnen, nicht zur Verfügung; sie würde sonst noch einige weitere Versuche in dieser Beziehung angestellt haben.

Zum Schluß sei noch bemerkt, daß mit der Zunahme der Streifenbreite auch die Schwierigkeit der Versuchsausführung wächst, weil sich breitere Streifen schwerer gerade einspannen lassen als schmale, und ferner, weil für das Zerreißen breiter Streifen stärkere Kräfte erforderlich sind als für schmale. Wenn man bedenkt, daß im vorliegenden Falle zum Zerreißen von 50 mm breiten Streifen schon rund 50 kg Kraft erforderlich waren und das vorliegende Packpapier bei Weitem noch nicht zu den festesten gehört, so würde man, wollte man Streifen von 100 mm Breite zerreißen, einen Festigkeitsapparat beschaffen müssen, welcher etwa bis zu 200 kg Maximalkraftleistung aufweisen müßte. Ein solcher Apparat wäre einmal schwieriger zu bedienen als die üblichen 30 kg Apparate und er würde auch mehr als doppelt so viel kosten. Immerhin müßten naturgemäß diese Schwierigkeiten mit in den Kauf genommen werden, wenn die Nothwendigkeit einer größeren Streifenbreite festgestellt werden sollte. Hierüber können aber nur weitere Versuche, wie sie oben angedeutet wurden, Aufklärung schaffen. —

Nach der Niederschrift vorstehender Mittheilung wurden der Versuchsanstalt von einer Stettiner Papierhandlung noch 6 verschiedene Packpapiersorten mit stark wolkiger Durchsicht

zur Verfügung gestellt. Die Papiere waren nach Mittheilung des Einsenders auf der Cylindermaschine hergestellt und an der Luft getrocknet. Ihre Festigkeit und Dehnung wurde an 50 und 15 mm breiten Streifen ermittelt. Die gefundenen Ergebnisse sind in nachfolgender Tabelle zusammengestellt:

Ergebnisse der Prüfung von 5 Packpapierproben bei verschieden breiten Versuchsstreifen.

Breite der Streifen	Probe-Nr.	Längsrichtung			Querrichtung			Mittel		
		Reißlänge m	Bruchlast kg	Bruchdehnung %	Reißlänge m	Bruchlast kg	Bruchdehnung %	Reißlänge m	Bruchlast kg	Bruchdehnung %
50	I	5150	26,39	4,5	2250	11,93	4,8	3700	19,16	4,7
15	I	5200	7,93	4,9	2500	3,86	5,2	3850	5,90	5,1
50	II	3700	22,16	3,6	2200	11,89	4,2	2950	17,03	3,9
15	II	3750	6,51	3,7	2400	3,98	4,9	3075	5,25	4,3
50	III	4550	22,71	4,9	2600	13,51	7,5	3575	18,11	6,2
15	III	4400	6,72	4,6	2800	4,16	6,2	3600	5,44	5,4
50	IV	4100	23,58	3,8	2500	14,00	5,8	3300	18,79	4,8
15	IV	4100	6,77	3,8	2250	3,80	4,5	3175	5,29	4,2
50	V	3850	23,99	3,5	2600	16,09	6,1	3225	20,04	4,8
15	V	3650	6,76	3,3	2500	4,60	5,1	3075	5,68	4,2
50	VI	4950	21,46	5,2	2950	13,25	6,5	3950	17,36	5,9
15	VI	4350	5,70	4,9	2700	3,48	5,2	3525	4,59	5,1

Von der Prüfung von 5 mm breiten Streifen wurde bei diesen 5 Papieren Abstand genommen.

Auch diese Ergebnisse zeigen, daß gesetzmäßige Verschiedenheiten zwischen den mit 50 mm breiten Streifen ermittelten Werthen gegenüber denen von 15 mm Breite nicht vorhanden sind. Die Unterschiede müssen mit Rücksicht auf die große Ungleichmäßigkeit des Versuchsmaterials als unbedeutend bezeichnet werden.

C. Aus der Abtheilung für Oelprüfung.

Vom Abtheilungsvorsteher Dr. D. Holde.

1. Die Bestimmung des Flüssigkeitsgrades nach Engler.

a. Die Veränderung des Wasserwerthes der Viskosimeter.

Im Meinungsaustausch über die Bestimmung des Flüssigkeitsgrades von Oelen begegnet man bisweilen der Ansicht, daß der Wasserwerth des Apparates, d. i. die den Versuchen als Einheit zu Grunde gelegte Ausflußzeit von 200 ccm Wasser von 20 C°, durch Abnutzung des Ausflußröhrchens im Laufe der Zeit erheblich geringer werden könne. Diese Ansicht hat bei der geringen mechanischen Inanspruchnahme des aus Platin gefertigten Röhrchens wenig Wahrscheinlichkeit für sich und hat sich auch bei den in der Versuchsanstalt gemachten Erfahrungen nicht bestätigt. Um allen Zweifeln bezüglich der Größe dieser Fehlerquelle zu begegnen, sind in nachstehender Tabelle 1 die im Laufe der letzten 5 Jahre nach den jetzigen Aichvorschriften[1]) ausgeführten Aichungen der Anstaltsviskosimeter zusammengestellt. Die Wasserwerthe der Apparate erleiden nach diesen Versuchen kaum nennenswerthe Aenderungen. Eine einmalige jährliche Kontrole des Wasserwerthes der Apparate dürfte daher als ausreichend zu erachten sein.

[1]) „Mittheilungen" 1895, Ergänzungsheft 1.

b. Die Vorbehandlung dunkler Oele zu den Flüssigkeitsgradbestimmungen.

Die bei dunklen Mineralölen in einzelnen Fällen beobachteten, über die Fehlergrenzen (± 1 bis 1,5 %) des Verfahrens hinausgehenden Abweichungen von Wiederholungsversuchen mit gleichem Oelmaterial haben ihren Grund einerseits in Schwankungen des Flüssigkeitsgrades[1]), andererseits in der Gegenwart zufälliger mechanischer Verunreinigungen (Fasern, Holz- und Strohtheilchen ꝛc.). Während man den ersteren Abweichungen entweder durch bestimmte Vorbehandlungen der Oele oder durch Zulassung von gewissen Grenzen der Schwankungen (± 7,5 %) Rechnung trägt, ist man bezüglich der Berücksichtigung mechanischer Verunreinigungen bei den Versuchen verschiedener Meinung. Dem früher von anderer Seite gemachten Vorschlag, grundsätzlich alle dunklen Mineralschmieröle vor der Bestimmung des Flüssigkeitsgrades und Kältepunktes zur Entfernung von zufälligen Verunreinigungen warm zu filtriren, ist die Anstalt nicht beigetreten; sie hält auch heute noch aus den bereits früher erörterten Gründen an diesem Standpunkt fest, denn in vielen Fällen können wesentliche Veränderungen des Oeles durch das heiße Filtriren herbeigeführt werden. Zweckmäßiger scheint es, die gröberen mechanischen Verunreinigungen ein für alle Mal, wie es auch in der Praxis schon hier und da geschieht, durch Sieben der dunklen Oele durch ein feines Sieb zu entfernen. Die Anstalt benutzt bei ihren Oelprüfungen Siebe von nebenstehender Form (Fig. 1) und $^1/_3$ mm Maschenweite seit längerer Zeit und empfiehlt in Rücksicht auf die Einheitlichkeit der Prüfungsmethoden, auch an anderen Prüfungsstellen diese Maschenweite anzuwenden und über etwa auf dem Siebe verbleibende Rückstände stets einen Protokollvermerk aufzunehmen. Das Sieben geschieht bei flüssigen Wagen- und Lokomotivölen bei Zimmerwärme, bei den sehr dickflüssigen bis salbenartigen Cylinderölen nach Erwärmung im Wasserbade bis zur genügenden Verflüssigung. Die Höhe der Erwärmung ist erforderlichen Falls zu protokolliren. Das in vorstehender Weise gesiebte Oel kann gleichzeitig zur Kälteprobe im U-rohr benutzt werden, wodurch auch für diese Prüfung jeder Einwand gegen den Zustand des Materials von vornherein beseitigt wird.

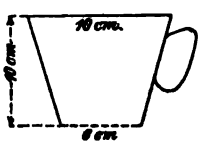


Fig. 1.

Zahlreiche Vergleichversuche mit gesiebten und nicht gesiebten Oelen haben gezeigt, daß dunkle Oele mit gröberen Verunreinigungen (Spundfasern, Stroh- und Holztheilchen) immerhin noch in bemerkenswerther Zahl eingesandt werden. Ferner kann es ganz vereinzelt vorkommen, daß feine Spundfasern durch die Siebmaschen hindurchgehen und eine Störung des Ausflußversuches veranlassen. Es würde aber wenig zweckmäßig sein, eine noch engere Maschenweite zu wählen, da alsdann die Durchsiebung der Oele schon über Gebühr Zeit in Anspruch nehmen würde.

c. Die Flüssigkeitsgradbestimmung nach Engler mit kleinen Oelmengen.

Als Mangel des Englerschen Apparates wurde es bisher vielfach empfunden, daß sich die Flüssigkeitsgradbestimmungen, auch in der vom Verf. vorgeschlagenen verkürzten Form[2]) nur unter Anwendung von wenigstens $^1/_4$ Liter Oel auf dem genannten Apparat ausführen ließen. Besonders empfindlich tritt dieser Mangel hervor, wenn Oel- oder Fettgemische zu untersuchen sind, bei denen die Abscheidung von $^1/_4$ Liter Mineralöl auf chemischem Wege nur mit verhältnißmäßig großen Mühen und Kosten zu ermöglichen ist. Eine Untersuchung des in derartigen Mischungen enthaltenen Mineralöls auf seinen Flüssigkeitsgrad ist aber oft zur Kennzeichnung dieses Oeles unumgänglich. Man hilft sich nun in der Praxis für diese

[1]) Holde, „Untersuchung der Schmiermittel ꝛc..", S 51, Berlin 1897. Verl. von Jul. Springer.
[2]) Ebendaselbst, S. 55.

Tabelle 1. Uebersicht über die Veränderungen

Aichung	Apparat I				Apparat III				Apparat V			
	Datum	Versuchsreihe	Einzelwerthe sec.	Mittel sec.	Datum	Versuchsreihe	Einzelwerthe sec.	Mittel sec.	Datum	Versuchsreihe	Einzelwerthe sec.	Mittel sec.
1	20. 12. 93	1	50,2. 50,7. 50,4	50,5	21. 12. 93	1	50,9. 50,9.	50,9	29. 6. 94	1	51,1. 51,1. 51,0. 51,2.	51,2
	21. 12. 93	2	50,5. 50,7. 50,7.		„	2	50,9. 50,9.		„	2	51,4. 51,4. 51,4. 51,05.	
2	2. 7. 94	1	50,1. 50,5.	50,6	21. 2. 94	1	51,3. 51,0. 50,9.	51,0	29. 9. 94	1	50,7. 50,7. 50,8.	50,7
	„	2	50,8. 50,6. 50,8.		„	2	50,6. 51,0. 51,1. 51,1.		„	2	50,7.	
					„	3	51,1. 51,1.					
3	2. 10. 94	1	50,5. 50,2. 50,5.	50,4	2. 7. 94	1	51,1. 51,4. 51,0. 51,5. 51,4. 51,0. 51,1. 51,0.	51,2	30. 11. 94	1	50,8. 50,7. 51,0. 50,7. 50,6.	50,9
	„	2	50,6. 50,4.		„	2	51,15. 51,2.		1. 12. 94	2	51,0. 51,2. 51,0. 51,1.	
4	16. 11. 95	1	50,9. 50,5. 50,6. 50,6. 50,7.	50,5	2. 10. 94	1	51,0. 51,0. 50,3. 51,0.	50,9	18. 9. 95	1	50,4. 51,0. 50,5. 50,8.	50,7
	„	2	50,4. 50,6.		„	2	51,2. 50,9.		„	2	51,0. 50,4. 50,7.	
	„	3	50,5. 50,6. 50,5.									
5	—	—	—	—	15. 11. 95	1	50,6. 50,9. 50,8. 50,6. 50,9. 50,8.	50,8	15. 3. 97	1	50,6. 50,6. 50,4.	50,6
					„	2	51,0. 50,6. 50,9.		„	2	50,6. 50,6.	
6	—	—	—	—	4. 2. 96	1	50,7. 50,8. 50,8.	50,7	20. 4. 97	1	51,0. 51,0. 50,9.	50,8
					„	2	50,8. 50,4. 50,7. 50,8.		„	2	50,6. 50,6. 50,5.	
7	—	—	—	—	—	—	—	—	14. 8. 97	1	50,4. 50,3. 50,6. 50,4. 50,6.	50,5
									„	2	50,3. 50,3. 50,7.	
8	—	—	—	—	—	—	—	—	17. 11 98	1	50,8. 51,0. 51,0.	51,1
									„	2	51,1. 51,0. 51,1.	

*) Die kleinen Horizontallinien zwischen den einzelnen Versuchsreihen bedeuten, daß zwischen diesen Versuchsreihen stets eine neue

und ähnliche Fälle, wo nur geringe Mengen Oel zu Flüssigkeitsgradbestimmungen zur Verfügung stehen, dadurch, daß man die Ausflußversuche mit geringeren Mengen der Oele in Büretten oder ähnlichen Vorrichtungen vornimmt und mit Hilfe von Umrechnungszahlen für verschiedene dickflüssige Oele die Ausflußzeiten nach Engler berechnet. Es lassen sich aber auch, wie die in nachstehender Tabelle angeführten Versuche zeigen, selbst im Englerschen Apparat mit kleinen Oelmengen, z. B. 45 ccm und darunter, unter Benutzung ein und derselben Umrechnungszahlen nach dem Princip der früher beschriebenen abgekürzten Methode[1]) für beliebig dickflüssige Oele die normalen Flüssigkeitswerthe nach Engler erhalten. Bei den in Tabelle 2 angeführten Versuchen wurde stets die Ausflußzeit von 20 ccm Oel

[1]) Siehe letzte Fußnote.

der Aichwerthe der Englerschen Viskosimeter*).

Nummer

VI				VII				VIII			
Datum	Versuchsreihe	Einzelwerthe sec.	Mittel sec.	Datum	Versuchsreihe	Einzelwerthe sec.	Mittel sec.	Datum	Versuchsreihe	Einzelwerthe sec.	Mittel sec.
29. 6. 94	1	51,4. 51,6. 51,6. 51,5.	51,6	29. 6. 94	1	51,5. 51,3. 51,4. 51,55.	51,5	29. 6. 94	1	51,7. 51,75. 51,7. 51,8.	51,8
„	2	51,5. 51,9. 51,8. 51,9.		„	2	51,6. 50,6. 51,4.		„	2	51,7. 51,8. 51,85. 51,8.	
„	3	51,7. 51,6. 51,5.									
29. 9. 94	1	51,5. 51,5. 51,5.	51,3	29. 9. 94	1	50,8. 51,1. 50,7.	50,9	29. 9. 94	1	51,5. 51,2. 51,5.	51,4
2. 10. 94	2	50,8. 51,4. 51,0. 51,6. 51,1. 51,2. 51,1. 51,2.		„	2	51,1.		1. 10. 94	2	51,5. 51,1.	
								2. 10. 94	3	51,7. 51,6. 51,6. 51,0. 51,2. 51,1.	
30. 11. 94	1	51,4. 51,5. 51,4.	51,4	30. 11. 94	1	51,1. 50,6. 51,1.	51,0	1. 12. 94	1	51,4. 51,1. 51,3. 51,3.	51,3
1. 12. 94	2	51,4. 51,4. 51,4.		1. 12. 94	2	51,1. 50,8. 51,1. 50,9.		„	2	51,5. 51,4. 51,3. 51,4.	
18. 9. 95	1	51,2. 51,1. 51,4. 51,0.	51,2	18. 9. 95	1	51,0. 51,2. 51,3.	51,1	18. 9. 95	1	51,5. 51,7. 51,7. 51,4.	51,4
„	2	51,1. 51,1. 51,4.		„	2	51,3. 51,0. 51,0.		„	2	51,1. 51,4. 51,2. 51,4.	
15. 3. 97	1	51,4. 51,2. 51,1.	51,3	15. 3. 97	1	51,2. 51,1. 51,2.	51,1	15. 3. 97	1	51,2. 51,1. 51,5. 51,0.	51,2
„	2	51,5. 51,0. 51,5. 51,3.		„	2	51,0. 50,8. 51,0.		„	2	51,2. 51,3.	
17. 4. 97	1	51,5. 51,5. 51,3.	51,4	20. 4. 97	1	50,9. 51,2. 51,0.	51,0	17. 4. 97	1	51,0. 51,1. 51,2.	51,2
„	2	51,5. 51,1. 51,5.		„	2	50,9. 50,9. 51,2.		„	2	51,1. 51,4. 51,4.	
14. 8. 97	1	51,2. 51,4. 51,4. 51,2. 51,1.	51,3	16. 8. 97	1	50,8. 50,8. 51,0. 51,2. 51,2.	51,3	16. 8. 97	1	51,0. 51,0. 51,0. 51,0. 51,0.	51,2
„	2	51,1. 51,4. 51,3.		„	2	51,6. 51,6. 51,6. 51,2. 51,6.		„	2	51,3. 51,4. 51,4. 51,4. 51,2.	
11. 11. 98	1	51,0. 51,2. 51,0.	51,1	17. 11. 98	1	51,0. 51,1. 51,0.	51,1	11. 11. 98	1	51,0. 51,0. 51,0.	51,0
„	2	51,0. 51,1. 51,0.		„	2	51,1. 51,1. 51,0.		„	2	51,0. 51,0. 51,0.	

*) Reinigung des Apparates stattgefunden hat.

bei Einfüllung von 45 ccm Oel bestimmt. Die zur Einfüllung benutzten Meßcylinder wurden nach Ausgießen der Hauptmenge des Oeles umgekehrt über dem Ausflußgefäß eingespannt, damit thunlichst vollständiges Ausfließen stattfand. In Rücksicht auf die zuletzt an den Kolbenwandungen haftenden Oelreste wurden je nach der Dicke des Oeles 1—2 ccm über die anzuwendende Auffüllungsmenge hinaus in den Meßcylinder eingefüllt.

Die Uebereinstimmung der Flüssigkeitsgradzahlen, wie sie aus der Ausflußzeit von 20 ccm erhalten bezw. durch den Umrechnungsquotienten 724 berechnet wurden, mit den auf normalem Wege erhaltenen Zahlen ist eine für den vorliegenden technischen Zweck vollständig befriedigende (höchste Abweichung 6 %), so daß mithin auch die Brauchbarkeit des Englerschen Apparates für Untersuchung kleinerer Oelmengen dargethan ist.

Tab. 2. **Flüssigkeitsgradbestimmungen mit geringen Oelmengen (45 ccm Oel) bei 20 C°.**
(Geordnet nach steigenden Flüssigkeitsgraden.)

Laufende Nr.	Ausflußzeiten in sec.			Verhältniß sec. 200 ccm / 20 ccm	Flüssigkeitsgrad		Laufende Nr.	Ausflußzeiten in sec.			Verhältniß sec. 200 ccm / 20 ccm	Flüssigkeitsgrad	
	gefunden für 20 ccm	berechnet für 200 ccm aus 20 ccm	gefunden für 200 ccm		berechnet aus der Ausflußzeit von 20 ccm [1])	berechnet aus der Ausflußzeit von 200 ccm		gefunden für 20 ccm	berechnet für 200 ccm aus 20 ccm	gefunden für 200 ccm		berechnet aus der Ausflußzeit von 20 ccm	berechnet aus der Ausflußzeit von 200 ccm
1	65	471	483	743	9,3	9,4	5	274	1984	1886	688	38,8	37,3
	66	478	483	732	9,4	9,4		279	2020	1886	676	39,5	37,3
2	89	644	637	716	12,6	12,6	6	392	2838	2937	749	55,4	57,4
	89	644	637	716	12,6	12,6		398	2882	2937	738	56,4	57,4
3	118	854	832	705	16,7	16,2	7	489	3540	3612	739	69,0	70,5
	118	854	832	705	16,7	16,2		494	3577	3612	731	69,7	70,5
4	156	1129	1108	710	22,1	21,7	8	474	3432	3622	764	67,8	70,6
	156	1129	1108	710	22,1	21,7		478	3461	3622	758	68,4	70,6

2. Vorschläge für einheitliche Angaben und Prüfung des specifischen Gewichts von Schmierölen.

Bei den neuerdings in Fachkreisen, z. B. im Deutschen Verband für die Materialprüfungen der Technik, auf dem Internationalen Kongreß für angewandte Chemie in Wien 1898, über die Herbeiführung einheitlicher Prüfungsmethoden gepflogenen Verhandlungen hat sich auch das Bedürfniß geltend gemacht, thunlichst allgemein innezuhaltende Normen für die Angaben der specifischen Gewichte der fetten Oele und Mineralschmieröle einzuführen. Man hat sich bei diesen Verhandlungen, an denen auch Ref. im Auftrage der Versuchsanstalt theilgenommen hat, dahin geeinigt, die im Allgemeinen bei technischen Angaben der specifischen Gewichte von Flüssigkeiten und im Handelsverkehr mit Mineralölen übliche Einheitswärme von 15 C° in Zukunft für die specifischen Gewichtsangaben bei den genannten Oelen festzuhalten. Es wurde auch dem Vorschlage des Verf. beigestimmt, als Einheit für die specifischen Gewichtsangaben die wissenschaftliche specifische Gewichtseinheit, Wasser von 4 C° entsprechend den Angaben der amtlich geaichten Aräometer für schwere und leichte Mineralöle festzuhalten. Die letzteren Instrumente werden seit einer Reihe von Jahren zur specifischen Gewichtsbestimmung von fetten Oelen und Mineralölen in der Versuchsanstalt benutzt, sofern nicht zu dicke Beschaffenheit oder zu wenig Material die Anwendung des Pyknometers geboten erscheinen lassen. Ferner werden die pyknometrisch bestimmten Gewichte ebenso wie die aräometrisch bestimmten stets seitens der Anstalt auf Wasser von 4 C° bezogen in den Prüfungsbescheinigungen angegeben. Die Uebereinstimmung der Angabe der geaichten Aräometer mit denjenigen der Pyknometer zeigt nachstehende Tabelle 3, in welcher die Gewichte verschiedener Arten von Oelen (Mineralöle, fette pflanzliche und thierische Oele und Harzöl), mit beiden Arten von Instrumenten bestimmt, angeführt sind.

Die Versuchsanstalt wird künftig im Einklang mit den oben erwähnten Vereinbarungen die specifischen Gewichte der Oele stets bei 15 C° (bisher in der Regel 20 C°), bezogen auf

[1]) Mittlerer Quotient sec. $\frac{200 \text{ ccm}}{20 \text{ ccm}} = 724$.

Tabelle 3. **Bestimmung des specifischen Gewichtes von Oelen mittelst Aräometer und Pyknometer.**

Laufende Nr.	Specifisches Gewicht bei 20 C° (Wasser von 4 C° = 1)		Laufende Nr.	Specifisches Gewicht bei 20 C° (Wasser von 4 C° = 1)		Laufende Nr.	Specifisches Gewicht bei 15 C° (Wasser von 4 C° = 1)	
	Aräometer	Pyknometer		Aräometer	Pyknometer		Aräometer	Pyknometer
1 helles Mineralöl	0,9040	0,9040	5 Eisenbahnwagenöl	0,9045 0,9051	0,9053 0,9053	9 helles Maschinenöl	0,9055 0,9057	0,9054
2 Gemisch von Knochenöl und Rüböl	0,9127	0,9128 0,9129	6 Harzöl	bei 15 C° 0,9917 0,9917	0,9918	10 Senföl	0,9170	0,9175
3 helles Mineralöl	0,9048	0,9050	7 Eisenbahnwagenöl	0,9186	0,9188	11 Baumöl mit Cottonöl verfälscht	0,9188	0,9182
4 Mineralspindelöl	0,8956 0,8955	0,8961	8 dunkles Mineralmaschinenöl	0,8754 0,8768	0,8766	12 Leinöl	0,9350 0,9350	0,9342

Wasser von 4 C° in den Prüfungsbescheinigungen angeben, sofern nicht durch den Inhalt des Auftrags die Wahl einer anderen Versuchswärme geboten ist.

Die Ablesung soll bei den Aräometern nach den Vorschriften der Kaiserlichen Normalaichungskommission, falls sie nicht am ebenen Spiegel der Flüssigkeit sicher bewirkt werden kann, entsprechend der für Steuerabfertigung bestehenden Anordnung oben am Wulstrande geschehen. Für diesen Fall ist dann zu den Ablesungen 0,0015 bezw. 0,0010 zu addiren, je nachdem die Länge der Skaleneintheilung weniger als 160 mm beträgt oder mehr. Unter 140 mm soll die Länge der Skaleneintheilung bei keinem der beglaubigungsfähigen Aräometer betragen, ebenso soll diese Länge nicht 180 mm überschreiten. Ein in der Versuchsanstalt benutztes, von der Normalaichungskommission geprüftes, jedoch nicht geaichtes Aräometer mit Gewichtsangaben von 0,880 bis 0,950 zeigt allerdings nur eine 110 mm lange Skaleneintheilung. Die Ablesungen dieses Instrumentes, zu denen 0,0015 nach obiger Vorschrift zugezählt wurden, stimmten mit den pyknometrischen Ermittlungen stets überein. Die Papierhülse, welche die Skaleneintheilung dieses Instrumentes trägt, ist 135 mm lang.

3. Vorschläge für eine einheitliche Benennung der leicht siedenden Theile des Rohpetroleums.

In der Benennung der leicht siedenden Theile des Rohpetroleums herrscht trotz wiederholt gemachter Vorschläge für eine einheitliche Bezeichnungsweise der verschiedenen Gruppen dieser Stoffe zur Zeit noch eine höchst unliebsame Verwirrung in der Fachliteratur und im Handelsverkehr. Insbesondere bezeichnen z. B. auch die verschiedenen Mineralölfabriken erfahrungsgemäß die sich in den Siedegrenzen etwa entsprechenden leicht flüchtigen Oele oft mit wesentlich verschiedenen Namen (Gasoline, Petroläther, Ligroïn, Benzin u. s. w.). Die bisher in der Literatur gemachten Vorschläge zur Einführung einheitlicher Bezeichnungen haben vielleicht darum wenig Anklang gefunden, weil sie z. Th. ausgehend von einzelnen Fabrikschemikern sich im Wesentlichen den Bezeichnungsweisen der betreffenden Fabriken zu einseitig anschlossen.

Immer wieder wurden die Namen Ligroïn, Petroläther, Benzin u. s. w. vorgeschlagen und bestimmte Siedegrenzen und specifische Gewichte diesen Namen zu Grunde gelegt. Es ist einleuchtend, daß man sich schwerlich in der Praxis allgemein an solche starren einseitig festgesetzten Grenzen halten konnte, und daß sich eine einheitliche technische Bezeichnungsweise hier nur unter Heranziehung allgemeiner Gesichtspunkte herbeiführen läßt.

Unter Petroleumbenzin im engeren Sinne versteht man heutzutage wohl meistens ein etwa zwischen 70 und 90° siedendes Petroleumbenzin vom specifischen Gewicht 0,69—0,70, während man im weiteren Sinne unter Petroleumbenzin nach den zur Zeit bestehenden Vereinbarungen der Fachtechniker alle unter 150 C° siedenden Theile des Rohpetroleums versteht. In Amerika nennt man die letzteren Bestandtheile „Naphta", während man in Rußland, Deutschland und Oesterreich mit dieser Bezeichnung im Allgemeinen das Roherdöl treffen will. Die bereits unter 70° siedenden Theile des Petroleumbenzins werden häufig als Petroläther, Gasoline, Canadol u. s. w. bezeichnet, die höher siedenden Theile als Ligroïn u. s. w., jedoch finden sich gerade in Bezug auf diese Bezeichnungen, wie oben angedeutet, in der Fachliteratur die größten Widersprüche vor. Lewkowitsch nennt sogar S. 672 seines Buches »Chemical Analysis of Oils, fats and wachses« 1898 die zwischen 115 und 135 C° siedenden Theile des Petroleumbenzins „Petroleumäther".

Angesichts der vorstehenden Unbestimmtheiten sollte man wenigstens alle unter 150 C° siedenden Benzine des Petroleums, gleichviel ob man sie nun Petroläther, Ligroïn u. s. w. nennt, stets durch Angabe der unteren und oberen Siedegrenzen im Handelsverkehr u. s. w. kennzeichnen, weil die genannten Unterbezeichnungen allein keine Verbindlichkeit in Bezug auf die den Verwendungszweck kennzeichnende Siedegrenzen des Materials einschließen können. Noch einfacher und empfehlenswerther würde es freilich sein, wenn man statt der Benennungen „Petroläther", „Canadol", „Ligroïn" u. s. w. die Bezeichnung Petroleumbenzin für alle leicht flüchtigen Naphtaprodukte wählte und die Siedegrenzen „30—50°" „50—70°" „70—90°" u. s. w. zur Kennzeichnung der besonderen Qualität beifügte.

Eine Reihe von namhaften Fachleuten, mit denen Verf. über vorstehende Frage sprach, hat den zuletzt gemachten Vorschlag gleichfalls als bequemsten Ausweg zur Herbeiführung einer rationellen einheitlichen Bezeichnung der verschiedenen Benzine anerkannt.

Sollten sich trotz vorstehender Ausführungen gewichtige Gründe für Beibehaltung der Unterbezeichnungen „Petroläther, Gasoline u. s. w." ergeben, so müßten seitens der Techniker, insbesondere seitens der oben genannten Verbände von Fachleuten der Wissenschaft und Industrie, bindende Siedegrenzen für die genannten Unterbezeichnungen vereinbart werden.

4. Die Feuergefährlichkeit von Petroleumbenzinen und Putzölen.

(In Gemeinschaft mit dem Assistenten Pelgry.)

a. Petroleumbenzine.

Ueber den genauen Grad der Feuergefährlichkeit der verschiedenen Petroleumbenzine liegen aus begreiflichen Gründen kaum Angaben vor; man weiß, daß das gewöhnliche Petroleumbenzin bei allen praktisch vorkommenden Wärmegraden über und unter 0° bei Annäherung einer Zündflamme brennt und hat sich mit dieser Kenntniß im Allgemeinen begnügt.

Nichtsdestoweniger kann auch, wie eine kürzlich bei der Versuchsanstalt eingegangene Anfrage einer Militärbehörde zeigte, eine genauere Kenntniß der Entzündlichkeit des Benzins, insbesondere verschiedener Benzinsorten, unter Umständen von Interesse sein.

Zur Beantwortung der aufgeworfenen Frage nahmen wir selbstständig Versuche mit gewöhnlichem Petroleumbenzin vor und schlossen daran zur weiteren Information Versuche mit verschiedenen anderen Petroleumbenzinen, nachdem bei Durchsicht der Literatur sowie nach mehrfachen Erkundigungen bei Fachleuten keine zahlenmäßigen Angaben über die Feuergefährlichkeit solcher Stoffe ermittelt werden konnten.

Es mußte erwartet werden, daß die meisten Benzinproben weit unter 0° entflammten. Deshalb wurde zur Ausführung der Proben folgende Anordnung getroffen (siehe Fig. 2):

Das mit Deckel versehene Gefäß a des Abelschen Petroleumprobers wurde in einen cylindrischen mit Alkohol gefüllten Blechtopf b von $5^1/_2$ cm Höhe und $8^1/_2$ cm Weite gestellt, welcher seinerseits in einen 7 cm hohen und $16^1/_2$ cm weiten, gleichfalls mit Alkohol (aus Rückständen abdestillirt) gefüllten emaillirten Eisentopf c gestellt war. Letzterer war mit einem Filzmantel umwickelt. Das zu prüfende Benzin wurde in das Gefäß des Abelschen Probers bis zur üblichen Füllmarke aufgefüllt, worauf durch Einfüllen von fester Kohlensäure in das äußere Gefäß c je nach Bedarf eine mehr oder weniger starke Abkühlung (bis zu — 60 C°) des Alkohols in b und des zu prüfenden Benzins herbeigeführt wurde. Der ganze Apparat wurde während der Abkühlung mit Handtüchern umwickelt. Die Abkühlung des Benzins wurde durch ein Alkoholthermometer gemessen, dessen Angabe bei — 20 C° mit demjenigen eines genauen Quecksilberthermometers verglichen und hinreichend übereinstimmend befunden waren.

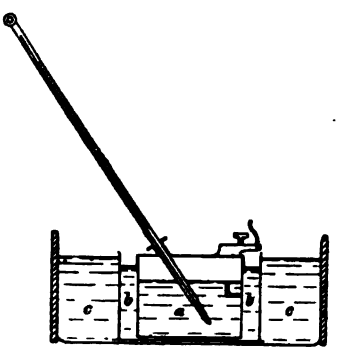


Fig. 2.

Da durch die sehr starke Abkühlung des Apparates das Petroleum des Zündflämmchens leicht erstarrte und letzteres daher leicht erlosch, so wurde die Zündvorrichtung erst kurz vor dem ersten Eintauchen des Zündflämmchens eingesetzt, um ein Einfrieren des Petroleums während der Versuche zu verhüten. Auch der Federwerkmechanismus, welcher das Eintauchen des Zündflämmchens bewirkte, arbeitete bei der starken Abkühlung nur mangelhaft und mußte öfters durch Andrehen des auf dem Deckel sitzenden Aufzugsknopfs während des Versuchs unterstützt werden. Im Uebrigen geschah das Proben auf Entflammbarkeit von $^1/_2$ Grad zu $^1/_2$ Grad in gleicher Weise wie bei der Petroleumprüfung im Abelschen Petroleumprober. Während der Prüfungen wurde das innere Gefäß b nebst dem Petroleumprober aus dem Kältebade herausgenommen und mit einem Handtuch umwickelt. Es wurde so verhütet, daß die aus dem Gefäß c fortwährend lebhaft entweichende Kohlensäure die Zündflamme zum Verlöschen brachte.

Die Flammpunkte sind, sowohl was Barometerstand als die Korrektur für den aus dem Benzin herausragenden Alkoholfaden des Thermometers anbetrifft, unkorrigirt bestimmt. Das Gleiche gilt für die Brennpunkte, zu deren Bestimmung einfach nach eingetretenem Entflammen des Benzins der Deckel des Petroleumprobers abgenommen wurde. Nach schneller Wiedereinfügung eines an einem Stativ eingespannten Kälthermometers in das Benzin wurde von $^1/_2$ Grad zu $^1/_2$ Grad ein Löthrohrflämmchen an die Oberfläche des Benzins geführt und derjenige Punkt als Brennpunkt aufgezeichnet, bei welchem bei Annäherung des Flämmchens ein fortdauerndes Brennen der Benzinoberfläche stattfand. Bei einigen Versuchen (s. Tab. 4) wurde von Anfang an mit dem Löthrohrflämmchen in dem geöffneten Gefäß geprobt.

Die erhaltenen Versuchsergebnisse sind in nachstehender Tab. 4 mitgetheilt:

Tabelle 4. Versuche über die Entflammungs- und Brennpunkte verschiedener Petroleumbenzine.

Siedegrenzen des Benzins C°	Specifisches Gewicht des Benzins	Versuch Nr.	Flammpunkt			Brennpunkt	
			C°	Beginn des Probens bald nach der Abkühlung auf C°	Bemerkungen	C°	Bemerkungen
50—60	—	1	unter — 58	—	—	—	—
60—78	—	1	— 37,5	— 63	—	—	Brennt gleich nach Abnehmen des Deckels.
		2	— 39	— 54	Versuchsdauer 31 Min.	— 34,0	—
		3	— 38,5	— 65	Versuchsdauer 58 Min.	— 33,5	—
70—88	0,695	1	— 46,5	— 50	—	—	—
		2	— 44,0	— 53	—	— 41,5	Ein Versuch, bei dem die Abkühlung von vornherein im nicht verschlossenen Abel'schen Kessel vorgenommen wurde, ergab — 37,5 C°; ein Entflammen vor Eintritt des Brennens wurde nicht bemerkt. Während der Abkühlung wurde deutliche Verdunstung beobachtet.
		3	— 44,5	— 53	—	— 42,0	
80—100	—	1	— 22,5	—	—	—	Brennt gleich nach Abnehmen des Deckels.
		2	— 22,0	—	—	—	desgl.
80—115	—	1	— 27,5	—	—	— 19,0	—
		2	— 22,5	— 40	—	—	Brennt gleich nach Abnehmen des Deckels.
		3	— 22,0	— 36	Versuchsdauer 45 Min.	—	desgl.
		4	— 22,5	— 60	Versuchsdauer 50 Min.	—	desgl.
100—150	—	1	zwischen + 10 und + 12	—	Thermometerwechsel bei + 10 C°.	+ 16	—
		2	+ 10	—	Im Anschluß an vorstehende Bestimmung wurde im geöffneten Gefäß der Flammpunkt bei + 13 C° ermittelt.	+ 15	—

Die Versuche geben, abgesehen von der genauen Kennzeichnung der Entflammbarkeit und Brennbarkeit der verschiedenen Petroleumbenzine, eine Uebersicht über die Beziehungen zwischen Flammpunkt, Brennpunkt und Siedegrenzen derartiger leichtsiedenden Naphtaprodukte. Bemerkenswerth ist, daß das zwischen 100 und 150 C° siedende Benzin erst bei + 10 C° entflammbare Dämpfe abgiebt und bei + 15 C° brennt, während das zwischen 50 und 60 C° siedende Benzin schon unter — 58 C° entflammt. Während die Unterschiede zwischen Flammpunkt und Brennpunkt bei Mineralschmierölen sehr erheblich sind (40 C° und weit darüber), sind sie für Petroleum bekanntlich bedeutend geringer. Bei einzelnen Benzinen sind sie verschwindend klein bezw. überhaupt nicht mehr bemerkbar.

Die Unterschiede zwischen Flammpunkt und Siedebeginn lassen sich für die beim Sieden unter gewöhnlichem Druck zersetzlichen Mineralschmieröle nicht annähernd genau bestimmen, für Petroleum liegen diese Unterschiede im Allgemeinen nahe bei 100 C°, und bei Benzinen betragen sie, wie die Tab. 4 zeigt, 90—115 C°.

Tabelle 5. Uebersicht über die Eigenschaften verschiedener Putzöle.

Laufende Nr.	Rohmaterial	Bezeichnung des Oeles durch den Einsender	Einsender	Aeußere Erscheinungen (im Reagensglas beobachtet) a) Konsistenz b) Farbe c) Durchsicht d) Fluorescens e) Geruch	Flammpunkt: Pensky-Martens Einzelwerthe C°	Flammpunkt: Pensky-Martens Mittel C°	Flammpunkt: offener Tiegel Einzelwerthe C°	Flammpunkt: offener Tiegel Mittel C°	Beginn der Destillation: Thermometer im Dampf C°	Beginn der Destillation: Thermometer im Oel C°	Sonstige Prüfungen und Bemerkungen
1	Braunkohlentheeröl	Putzöl	Riebeck'sche Montanwerke, Webau	a) dünnflüssig b) hellgelb c) klar d) nicht bemerkbar e) petroleumartig, unrein	69 69	69	80 81	81	195	210	—
2		Putzöl	—	—	—	—	—	75	—	—	Mitgetheilt von der großh. badischen chemisch-technischen Versuchsanstalt zu Karlsruhe
3		Putzöl	—	—	—	—	—	87	—	—	desgl.
4	Rohpetroleum	Putzöl II	Petroleum-Raffinerie, vorm. Aug. Korff, Bremen	a) dünnflüssig b) wasserhell c) klar d) nicht bemerkbar e) petroleumartig	—	—	brennt unerhitzt bei Annäher. einer Zündflamme	—	70	—	Siedegrenzen 70—200 C°
5		Ligroin Putzöl	Pechelbronner Oelbergwerke, Schiltigheim	a) dünnflüssig b) wasserhell c) klar d) nicht bemerkbar e) nach Ligroin	—	—	desgl.	—	90	95	—
6		Putzöl	desgl.	a) dünnflüssig b) hellbraun c) klar d) vorhanden, blauer Schimmer e) nach Zersetzungsprodukten	42 32 41 (im Abel'schen Prober bestimmt)	38	120 119	120	235 —240	260	—
7		Putzöl 0,840/50	Dr. W. H. Lepenau, Salzbergen	a) dünnflüssig b) bräunlich hellgelb c) klar d) nicht bemerkbar e) schwach nach Mineralöl	76 75	76	80 80	80	200	220	Von 200 bis 220 C° (gemessen im Dampf) gingen etwa 50 % über
8		Putzöl	F. Saigge & Co., Köln a. Rh.	a) dünnflüssig b) braungelb c) klar d) nicht bemerkbar e) theerig	90 87	89	94 94	94	215	240 —241	—
9		Putzöl I	Petroleum-Raffinerie, vorm. Aug. Korff, Bremen	a) dünnflüssig b) grünlich gelb c) klar d) vorhanden, blauer Schimmer e) sehr schwach nach Mineralöl	95 94	95	137 139	138	210 —220	—	—
10		Putzöl 0,860/70	Dr. W. H. Lepenau, Salzbergen	a) dünnflüssig b) hellbraun c) klar d) nicht bemerkbar e) nach Mineralöl	103 100	102	108 106	107	235	245 —250	—
11		Putzöl Nr. 0b	Mineralöl-Raffinerie Akt.-Gesellsch., Fiume	a) dünnflüssig b) hellgelb c) sehr schwach getrübt d) vorhanden, blauer Schimmer e) sehr schwach nach Mineralöl	153 153	153	163 161	162	300	342	Spec. Gew. bei 15 C°: 0,8830 Zündpunkt: Einzelwerthe 191 191 Mittel 191
12		Putzöl Nr. 0a	desgl.	a) dünnflüssig b) hellgelb c) sehr schwach getrübt d) vorhanden, blauer Schimmer e) sehr schwach nach Mineralöl	155 155	155	159 157	158	300	339	Spec. Gew. bei 15 C°: 0,8817 Zündpunkt: Einzelwerthe 196 193 Mittel 195

Nach Abschluß vorstehender Abhandlung erschien eine Arbeit von Raikow[1]) über die „Entflammungstemperatur organischer Verbindungen". Auch Raikow suchte vergeblich nach Angaben über die Flammpunkte von Alkohol, Aether, Benzol u. s. w. und stellt fest, daß sich die bisherigen Angaben über Entflammbarkeit organischer Flüssigkeiten hauptsächlich auf Petroleum und Schmieröle beschränkt haben. Er zeigt, daß das bei + 6 C° schmelzende Benzol unter — 8 C°, absoluter Alkohol bei + 12 C° bei einem Barometerdruck von 710—713 mm, ein Gemisch von 99,5 % Alkohol und 0,5 % Aethyläther bei + 9 C°, von 98 % Alkohol und 2 % Aether bei + 2,5 C° entflammt. Man kann mittelst dieser Bestimmungen noch 0,1 % Aether im Alkohol erkennen und quantitativ ermitteln. Auch zwischen den Entflammungspunkten und dem Gehalt an Wasser im Alkohol lassen sich analytisch verwerthbare Beziehungen nachweisen.

Die von uns vorgenommene Kontrole der Raikowschen Versuche ergab den Flammpunkt von 11,5, 11,5 und 12,5 C° bei 768 mm Druck für absoluten Alkohol.

b. Putzöle.

Gelegentlich der Abgabe eines Gutachtens, betreffend den Versand feuergefährlicher Flüssigkeiten auf Schiffen hatte die Anstalt auch die Frage der Feuergefährlichkeit von Putzölen aus Mineralölen und Braunkohlentheeröl in den Bereich ihrer Versuche zu ziehen.

Der Begriff „Putzöl" ist weder an eine bestimmte Siedegrenze noch an ein bestimmtes Ausgangsmaterial gebunden, da man bekanntlich sowohl bei der Destillation von Rohpetroleum wie derjenigen von Braunkohlentheer und Harz Putzöle gewinnt und, wie auch vorstehende Tabelle bezüglich der Petroleumputzöle zeigt, keine bestimmte Grenze des Siedepunktes die Verwendungsfähigkeit eines Oeles als Putzöl bedingt.

Als Vergleichsmaßstab für die Feuergefährlichkeit der Oele diente die Ermittlung des Flammpunkts im Penskyschen Apparat. Der Vollständigkeit halber wurde auch die Entflammbarkeit im offnen Tiegel bestimmt.

Die in vorstehender Tabelle 5 zusammengestellten Versuche zeigen, daß die Mehrzahl der Putzöle bedeutend unter 100 C°, einzelne, nämlich die sog. Benzinputzöle schon bei Zimmerwärme oder gegen 40 C° entflammen. Nur wenige Produkte entflammen so hoch, daß sie als ebenso wenig feuergefährlich wie Schmieröle anzusehen sind.

Die Tabelle zeigt auch wiederum Beispiele dafür, wie außerordentlich große Schwankungen (4—80 C° im vorliegenden Fall) die Unterschiede zwischen Flammpunkt im Penskyschen Apparat und im offnen Gefäß zeigen können.

[1]) Chem. Ztg. 1899 S. 145.

Für die Redaktion verantwortlich: A. Martens. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Druck von E. Buchbinder in Neu-Ruppin.

Mittheilungen
aus den
Königlichen technischen Versuchsanstalten
zu Berlin.

Herausgegeben im Auftrage
der Königlichen Aufsichts-Kommission.

XVII. Jahrgang. **1899.** Drittes Heft.

1. Ueber die Mikrophotographie im auffallenden Licht und über die mikrophotographischen Einrichtungen der Königlichen mechanisch-technischen Versuchsanstalt in Charlottenburg.

Von Professor A. Martens und Ingenieur E. Heyn.

Die Metallographie ist in letzter Zeit, besonders durch die Arbeiten von Andrews, Arnold, Behrens, Charpy, Garrison, Guillemin, Howe, Osmond, Roberts-Austen, Saniter, Sauveur, Stead auf eine solche Höhe gebracht worden und hat auch in den Kreisen der Metallurgen und der Industrie eine solche Beachtung gefunden, daß es wohl angebracht erscheint, wenn über die neueren Erfahrungen der Versuchsanstalt auf dem Gebiet der Metall-Mikrophotographie und über die von ihr benutzten Einrichtungen wiederum einige Mittheilungen gemacht werden. Hierbei wollen wir uns im Wesentlichen an die vorbeschriebene Aufgabe halten und nur gelegentlich Winke über die eigentlichen photographischen Arbeiten geben. Dies wird für denjenigen genügen, der kurzerhand in das Gebiet eindringen will. Wer eingehenderen Rathes bedarf, wird diesen aus den Werken von Neuhaus, Eder und Vogel schöpfen können.

Die „Mittheilungen aus den Königlichen technischen Versuchsanstalten zu Berlin“ enthalten bereits im Jahrgang 1891 Heft 6 eine ausführliche Beschreibung der mikrophotographischen Einrichtungen der Versuchsanstalt. Hier soll unter Benutzung des damals Gesagten eine Erweiterung gegeben werden, die nicht nur den heutigen Stand darstellen, sondern zugleich auch Rathschläge enthalten soll, wie in der einen oder der anderen Richtung noch Verbesserungen zu erstreben sind.

Die mikrophotographischen Arbeiten der Versuchsanstalt wurden anfangs mit einem nach dem Entwurfe von Martens in den eigenen Werkstätten der Anstalt angefertigten senkrecht aufgestellten Apparat bewirkt. Dieser Apparat wird gelegentlich auch noch jetzt benutzt. Von der Mittheilung seiner Bauart wird aber mit Rücksicht darauf Abstand genommen, daß zur Zeit völlig genügende und einfache Apparate von verschiedenen optischen Werkstätten hergestellt werden. Es möge genügen hier auf den mikrophotographischen Apparat für wagerechte und senkrechte Aufstellung von der Firma Carl Zeiß in Jena zu verweisen, der Firma, von welcher die ganze umfangreiche mikroskopische Ausrüstung der Versuchsanstalt geliefert worden ist.

Dieser Apparat ist in Fig. 1 u. 2. abgebildet; seine Einrichtung wird aus der späteren Beschreibung des großen Apparates der Versuchsanstalt verständlich werden, wenn hier kurz

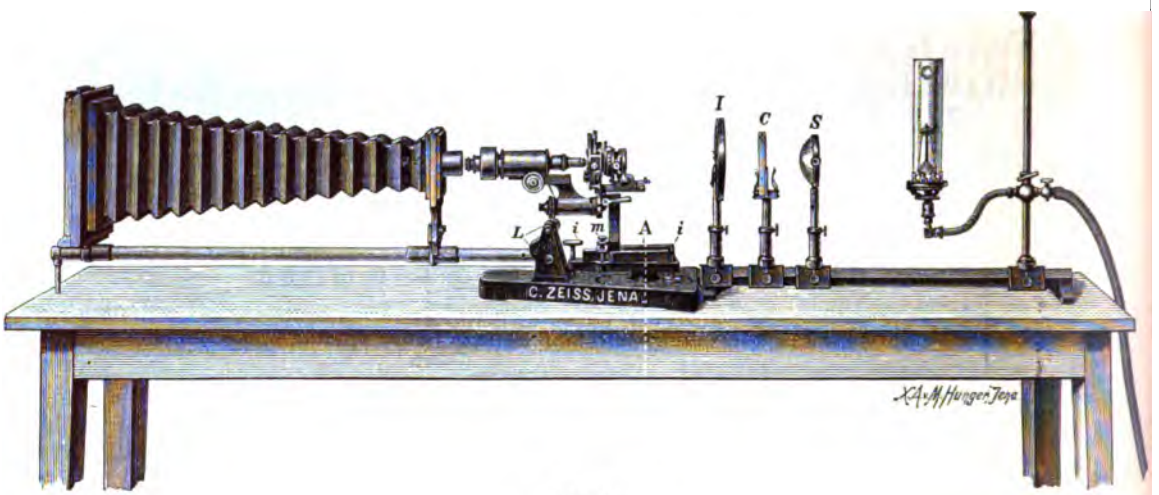


Fig. 1.

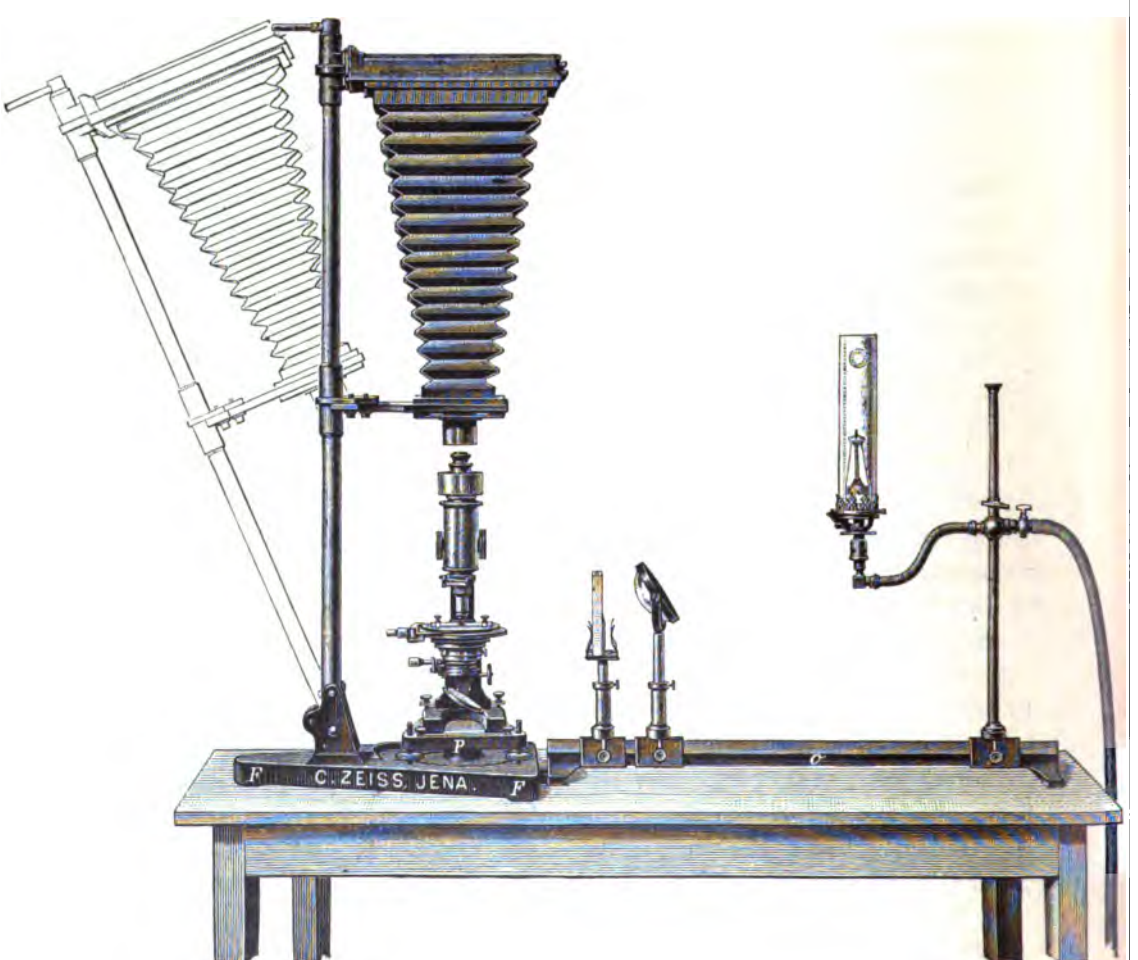


Fig. 2.

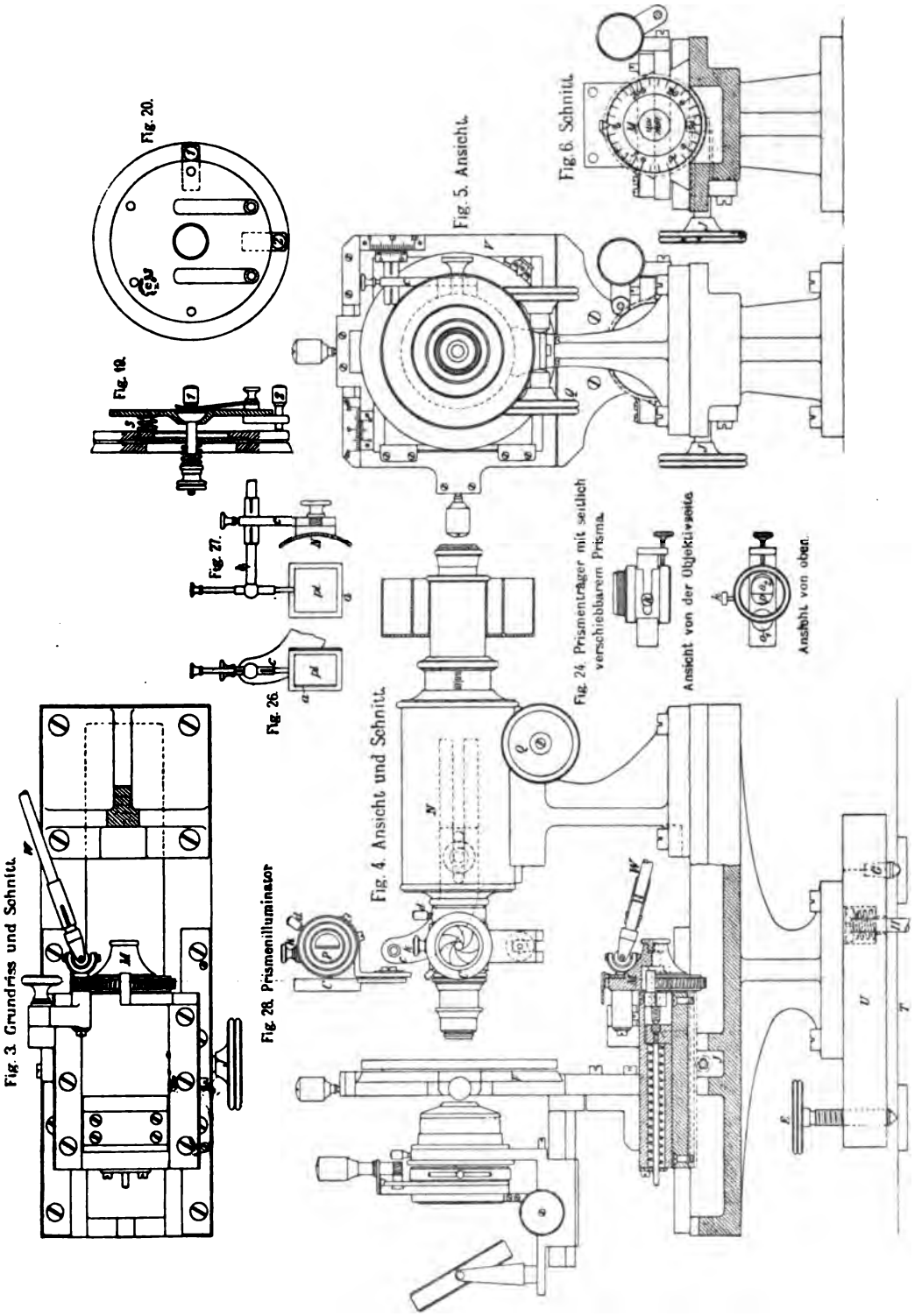


Fig. 3. Grundriss und Schnitt.
Fig. 4. Ansicht und Schnitt.
Fig. 5. Ansicht.
Fig. 6. Schnitt.
Fig. 18.
Fig. 20.
Fig. 24. Prismenträger mit seitlich verschiebbarem Prisma.
Ansicht von der Objektivseite
Ansicht von oben.
Fig. 26.
Fig. 27.
Fig. 28. Prismenilluminator

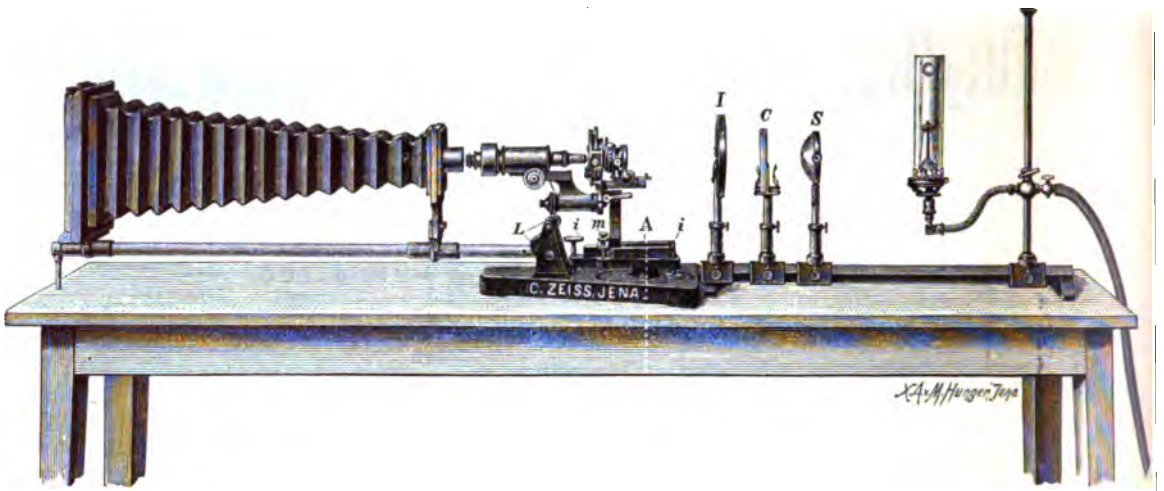


Fig. 1.

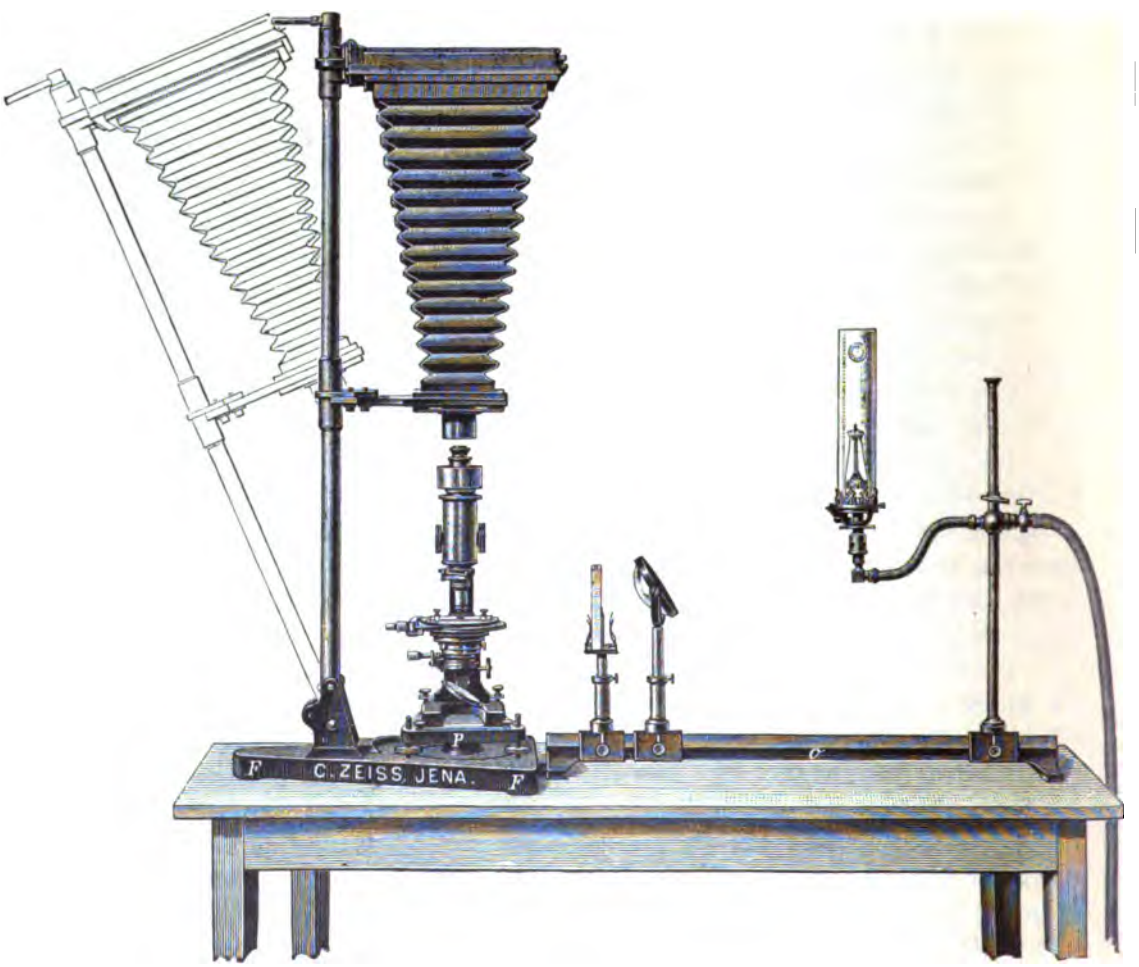


Fig. 2.

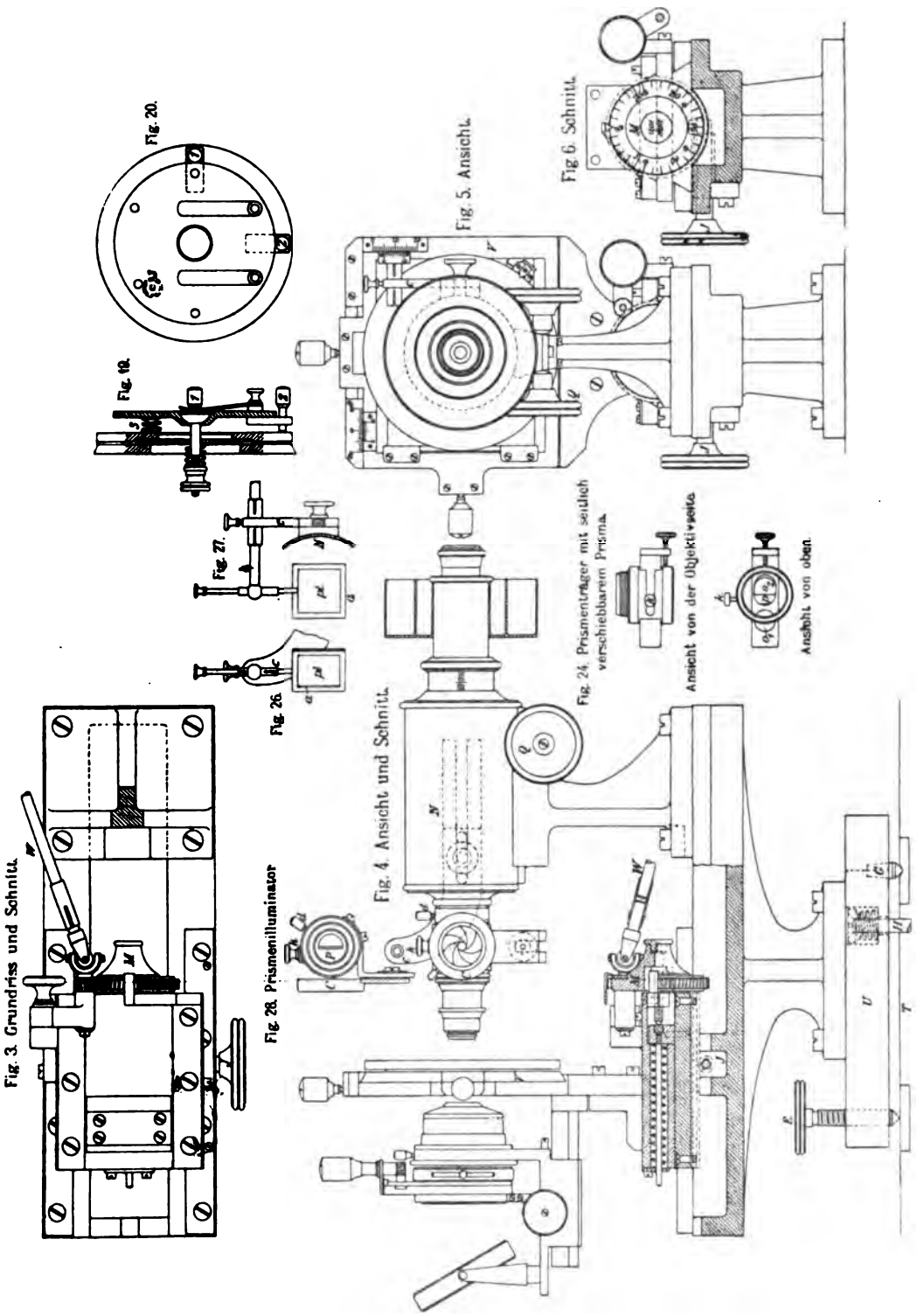


Fig. 3. Grundriss und Schnitt.
Fig. 4. Ansicht und Schnitt.
Fig. 5. Ansicht.
Fig. 6. Schnitt.
Fig. 18.
Fig. 20.
Fig. 24. Prismenträger mit seitlich verschiebbarem Prisma.
Ansicht von der Objektivseite.
Ansicht von oben.
Fig. 26.
Fig. 27.
Fig. 28. Prismenilluminator

bemerkt wird, daß in Fig. 1 die Axe des Mikroskops und der Balgkammer wagerecht liegen, während in Fig. 2 beide eine senkrechte Lage einnehmen. Sowohl Fig. 1 als auch Fig. 2 geben die Anordnung des Apparates für den Gebrauch von durchfallendem Lichte wieder.

Der große mikrophotographische Apparat der Versuchsanstalt ist nach dem Entwurf und den Angaben von Martens in seinen optischen Theilen von der Firma Carl Zeiß konstruirt worden; der übrige Aufbau ist in den eigenen Werkstätten der Versuchsanstalt hergestellt worden. Taf. I giebt Konstruktionszeichnungen von dem Instrument und seiner Aufstellung sowie von den Einrichtungen der Dunkelkammer, wie sie zur Zeit vorhanden sind.

Das eigentliche Mikroskop ist in allen Einzelheiten in Fig. 3—6 in $^1/_3$ nat. Größe dargestellt und die Fig. 7. u. 8 geben photographische Bilder von der gesammten Einrichtung.

Fig. 7.

Auf eisernen in die Fensterwand eingemauerten Konsolen sind die Tische für die Aufnahme des Mikroskopes und der Balgkammer getrennt von einander angebracht. Das ist nothwendig, um eine möglichst erschütterungsfreie Aufstellung zu ermöglichen, die bei Aufnahmen unter starker Vergrößerung und bei langer Belichtungsdauer unerläßlich ist. Zwischen den Tischen für Mikroskop und Balgkammer ist soviel Raum gelassen, daß der zwischen beiden sitzende Beobachter unmittelbar mit dem Mikroskop arbeiten kann. Neben der Kammer befindet sich ein Schränkchen zur Aufbewahrung der Nebenapparate.

Die Beleuchtung geschieht mittelst einer Gas-Sauerstoffflamme, die einen Magnesiastift zum Glühen bringt. Für Beleuchtung mit durchfallendem Licht wird die Aufstellung Fig. 7 und für Beleuchtung mit auffallendem Licht die Aufstellung Fig. 8 benutzt. In beiden Fällen

ist der Beleuchtungsapparat der gleiche; selbstverständlich wird aber neben der künstlichen Beleuchtung auch die Beleuchtung im Tageslicht mit Hülfe von Spiegel, Kondensor und Abbe'schem Apparat in der allgemein üblichen Weise benutzt.

Der Beleuchtungsapparat (s. Taf. I Fig. 18) besteht aus einer optischen Bank, die auf einem verstellbaren Holztisch befestigt ist, der einerseits unten an den das Mikroskop tragenden Tisch mittelst Flügelmutter befestigt und andererseits durch einen Klappfuß auf dem Asphaltfußboden des Zimmers gestützt ist. Der Fußboden ist nicht unterkellert, sondern erschütterungsfrei auf eine Pflasterschicht mit Cementabdeckung unmittelbar auf den Erdboden gelegt. Die optische Bank kann man, wie Fig. 8 und Fig. 7 zeigen, sowohl senkrecht zur optischen Axe des Mikroskops als auch in der optischen Axe aufstellen, d. h. sie für Beleuchtung mit

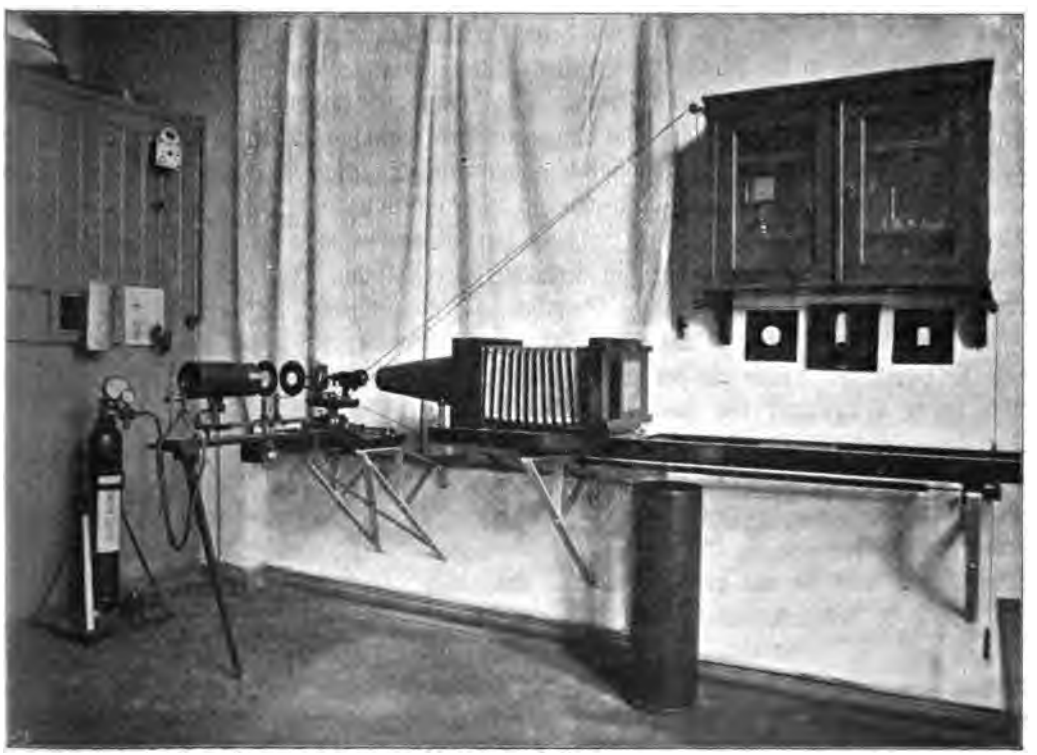


Fig. 8.

auffallendem oder mit durchfallendem Licht benutzen. Das Licht wird mittelst eines Wolz'schen Brenners F Fig. 18 Tafel I für Gas und Sauerstoff erzeugt, der einen Stift aus sehr stark gesinterter Magnesia (Strumpfträger für den Auer-Brenner) zum Weißglühen bringt. Diese Magnesiastifte haben vor den früher benutzten Zirkonstiften den Vorzug, daß sie haltbarer sind; sie haben sich ausgezeichnet bewährt.

Das Licht des glühenden Stiftes geht durch das Linsensystem der Beleuchtungseinrichtung L Fig. 18 Taf. I, zwei Irisblenden A und B und nöthigenfalls noch durch ein Lichtfilter D, oder eine matte Glasplatte. Alle diese Theile können auf der optischen Bank verschoben und nach der Höhenlage eingestellt werden; die Irisblenden können auch durch Umklappen ausgeschaltet werden, ohne sie fortnehmen zu müssen. Die erste Centrirung der ganzen

Beleuchtungsvorrichtung und die Einstellung ihrer optischen Axe auf die optische Axe des Mikroskopes kann mit Hülfe der Irisblenden leicht geschehen, indem man in die Blenden einen geraden Stahlstab (Werkzeug-Stahldraht) schiebt und durch Schließen der Blendenöffnungen festlegt. Die Stellung der Blenden wird mit Hülfe ihrer Stellschrauben so lange berichtigt, bis der Stab parallel zur optischen Bank liegt und auf die Mitte des Mikroskoptubus einspielt. Man bringt dann den Magnesiastift genau in die Axe des Stahldrahtes, entfernt diesen und setzt nun den Träger mit den Beleuchtungslinsen auf. Diese Linsen sind alsdann mit den hierfür vorgesehenen Einrichtungen so einzustellen, daß das Bild des glühenden Stiftes genau centrisch zu ihrer Oeffnung auf die letzte Blende fällt. Gute Centrirung des Lichtes ist wesentlich für die Erzielung guter Erfolge. Von Wichtigkeit ist auch die geschickte Einstellung und Benutzung des Beleuchtungsapparates. Will man vollkommensten Erfolg erzielen, so ist es namentlich bei durchfallendem Licht nothwendig, daß das Linsensystem seinen richtigen Platz vor dem Brenner erhält und daß dann durch Regelung des Auszuges am Linsensystem das Flammenbild in die Ebene des Objektes verlegt wird, so daß also die leuchtende Fläche auf dem Objekt scharf abgebildet erscheint. Dies kann mit vollkommener Schärfe nur dann geschehen, wenn man die Endfläche des Magnesiastiftes sorgfältig eben und gleichmäßig glühend erhält. Da der Stift im Sauerstoffgebläse verbrennt und seine Form ändert, so muß man ihn öfter kürzen und muß namentlich genau auf die Einstellung des kleinen blauen Ringes der Flamme auf die Ebene des Stiftes achten; hierbei benutzt man am besten ein Stückchen blaues Glas, durch das die Flamme gut beobachtet werden kann. Gas und Sauerstoff sollen so eingestellt werden, daß das zischende Geräusch nur ganz schwach wahrnehmbar ist und der blaue Ring beständig etwa 5 bis 6 mm vor der Brenneröffnung ruhig stehen bleibt. Wie man in besonderen Fällen bei der Einstellung des Beleuchtungsapparates zu verfahren hat, wird später besprochen; der Versuch und die Uebung zeigen auch bald die richtigen Wege. Auch die geschickte Benutzung des Lichtfilters und der matten Scheibe kann die photographische Leistung wesentlich verbessern, indessen soll auf diese Dinge unter Vorführung von Beispielen noch weiter unten eingegangen werden. Hier sei hinsichtlich des Baues von Lichtfiltergefäßen hervorgehoben, daß sich die früher benutzten mit Emaille hergestellten Gefäße nicht so gut bewährt haben, als die aus zwei Glasplatten und einem zwischen gelegten Ring hergestellten. Der Ring ist aus einer Glasplatte von 8 bis 12 mm Dicke mit einer centralen Oeffnung von 40—60 mm hergestellt. Er wird horizontal auf die eine Deckplatte gelegt und darauf mit der angewärmten Filterflüssigkeit fast ganz gefüllt, dann schiebt man die zweite Deckplatte so über, daß über der Flüssigkeit noch eine Luftblase verbleibt. Nach dem Erkalten wird das Ganze durch den Luftdruck zusammengehalten und man hat nur durch Verkitten der Ränder mit einem Wachs-Kolophoniumkitt das Verschieben der Gläser und das Eindringen von Luft zu verhindern.

Das eigentliche Mikroskop, Fig. 3—6 und Fig. 15—18 Taf. I, ist nach den Angaben von Martens von der Firma Carl Zeiß entworfen und ausgeführt worden. Es steht auf einem durch Schraube S Fig. 15, 16, 18 Taf. I in der Richtung der optischen Axe verschiebbaren Schlitten T und ist auf einer Gußeisenplatte U Fig. 4 befestigt, die auf zwei festen Spitzen G und einer Stellschraube E ruht, so daß man die optische Axe des Mikroskopes in die Wagerechte beziehungsweise auf Mitte der matten Scheibe einstellen kann. Durch Schraube H mit Gegenfeder ist das Instrument vor dem Kippen bei unvorsichtiger Berührung gesichert. Der Tisch des Mikroskopes ist für sich mit grober Einstellung durch Trieb J bewegbar und kann mittelst der Mikrometerschraube M fein eingestellt werden. Der 50 mm weite Tubus

N des Mikroskopes ist außerdem ebenfalls mit Trieb Q zur groben Einstellung versehen (für die Benutzung mit durchfallendem Licht). Tisch und Tubus finden ihre unmittelbare Stützung auf dem gemeinsamen Träger. Diese Anordnung ist gewählt, um eine feste und sichere Stützung zu erlangen, die alle Unzuträglichkeiten ausschließt, die aus den langsam verlaufenden Eigenbewegungen der Instrumententheile sich ergeben, wenn man das Instrument bald in senkrechter bald in wagerechter Stellung braucht[1]). Die Beweglichkeit des Tisches ist eine sehr ausgiebige, um sowohl bei der Anbringung umfangreicher Objekte (Bruchstücke von Metallen u. s. w.) als auch der verschiedenen Hülfseinrichtungen nicht beengt zu sein. Der Tisch V Fig. 4 u. 5 hat die Einrichtungen des Zeißschen photographischen Kreuztisches, die eine am Nonius ablesbare Verschiebung der Tischplatte sammt Objekt um je 10 mm von oben nach unten und von rechts nach links sowie außerdem die Drehung in ihrer Ebene gestatten. Die Anfangslage in letzterer Beziehung ist durch den Riegel r gesichert, der in eine Lücke an der runden Tischplatte eingreift und gegebenen Falles das Verbleiben der Platte in ihrer Nullstellung sichert. Man kann also das Objekt planmäßig absuchen oder in allen seinen Theilen über eine Fläche von 100 qmm ausmessen oder abbilden und jedesmal mit Hülfe der Nonien die alten Einstellungen wiederfinden. Die runde Tischplatte hat eine Einlage, so daß man Tischöffnungen bis zu 33 mm Oeffnung mit Hülfe der in die Oeffnung passenden Blendenplatten zum Abbeschen Beleuchtungsapparat herstellen kann. Die Beleuchtung mit durchfallendem Licht geschieht entweder mit dem achromatischen Kondensor oder mit dem Abbeschen Beleuchtungsapparat (Vergl. Katalog der Firma Zeiß).

Bei der Beleuchtung mit auffallendem Licht ist es fast immer nothwendig die Ebene des Objektes genau senkrecht zur optischen Axe oder in verschiedenen Neigungen dazu einzustellen. Das photographische Mikroskop der Versuchsanstalt hat hierfür die in Fig. 19 und 20 gezeichnete Einrichtung, die indessen dahin abgeändert werden sollte, daß man sie an der runden Tischplatte des Kreuzschlittens auf noch einfachere Weise befestigt und ihre Konstruktion vereinfacht; dies ist besonders dann möglich, wenn das Mikroskop für durchfallendes Licht überhaupt nicht gebraucht werden soll. Die Aufgabe der Vorrichtung ist es, daß ihre Tischplatte um den womöglich in der Objektebene liegenden Kugelmittelpunkt mittelst Schrauben 1 und 2 und Gegenfeder 3 um die Wagerechte und Senkrechte gekippt werden kann. Man stellt dann das Objekt so ein, daß bei Benutzung der beiden Kreuzschlittenschrauben die scharfe Einstellung möglichst wenig gestört wird.

Die grobe Einstellung des Objektes erfolgt durch Tischverschiebung mittelst Trieb und Zahnstange J Fig. 4, die feine durch Mikrometerschraube M, deren Theilung auf 0,01 mm (10 μ) eingerichtet ist. Bei photographischen Aufnahmen mit schwacher Vergrößerung wird die grobe Einstellung des Bildes auf die matte Scheibe durch Tischverschiebung bewirkt indem man hierbei entweder die matte Scheibe mit Hülfe eines dahinter aufgestellten Spiegels vom Instrument aus beobachtet, oder indem man unter unmittelbarer Beobachtung des Bildes auf der Mattscheibe den in Fig. 7 u. 8 erkennbaren Schnurzug handhabt. Dieser kann je nach Bedarf um den Triebkopf für die grobe Tischbewegung oder um den Triebkopf für die Tubusbewegung geschlungen werden; er ist endlos und wird durch ein Gewicht mit Laufrolle gespannt erhalten. Die Feineinstellung kann dann leicht mittelst des neben dem Tisch der Balgkammer liegenden Hookschen Schlüssels W von der Mattscheibe aus bewirkt

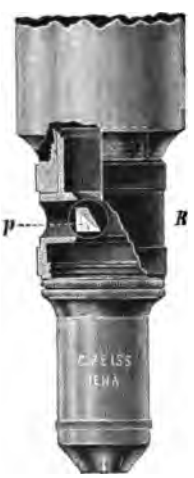
[1]) Neuhaus, S. 33.

werden. Dieser Schlüssel beherrscht, wie Fig. 3 und 4 zeigt, den Trieb der Mikrometerschraube M für die feine Tischbewegung.

Von dem Tubus des Mikroskopes können Vorder- und Hinterdeckel abgeschraubt werden um auch makroskopische photographische Objektive benutzen zu können. Es ist zweckmäßig zu diesem Behufe das Trichterstück t an der Balgkammer (Fig. 15 u. 16 Taf. I) so einzurichten, daß diese Objektive z. B. das Mikroplanar 75, leicht und bequem daran befestigt werden können. Die schwachen mikroskopischen Objektive z. B. 70 und 35 werden entsprechend den Fig. 21 und 22 befestigt. Die stärkeren Objektive werden am Vorderdeckel des Haupt-

Fig. 21.

Fig. 22.



tubus entweder unmittelbar mit ihrem Gewinde oder unter Zwischenschaltung des Prismenträgers für auffallendes Licht befestigt (Fig. 28 und 23).

Damit der Prismenträger für beide Beleuchtungsarten (auffallendes und durchfallendes Licht) nicht entfernt zu werden braucht, und somit eine Aenderung der Tubuslänge vermieden wird, hat die Firma Carl Zeiß nach den Angaben von Martens den in Fig. 24 abgebildeten Prismenträger gebaut. Bei Beleuchtung mit durchfallendem Licht wird Oeffnung O_1 in die Mikroskopaxe geschoben, während bei Beleuchtung mit auffallendem Licht Oeffnung O_2 mit dem Prisma p in die in Fig. 24 gezeichnete Stellung gebracht wird. Ferner wird es zweckmäßig sein, bei Neubeschaffungen von vornherein auf die Objektivbefestigung mittelst Schlittenwechsler nach Fig. 25 Rücksicht zu nehmen.

Fig. 23.

Für die künstliche Beleuchtung des Objektes mit auffallendem Licht wird für schwache Vergrößerung ein unter 45 C° vor dem Objektiv aufgestelltes Planparallelglas pl Fig. 26 und 27 oder für starke Vergrößerung ein über dem Objektiv im Tubus angebrachtes total reflektirendes Prisma P Fig. 23 benutzt. Das Planparallelglas muß möglichst dünn sein, wenn nicht die weiter unten besprochenen Fehler eintreten sollen, deswegen ist es auf ein Rähmchen a aufzukitten. Der Träger ist, wie die Fig. 26 und 27 zeigen, verstellbar am Tubus befestigt, b und c. Für die Beleuchtung bei starker Vergrößerung ist das Prisma in einem Gehäuse angebracht, so daß es das Objektiv zur Hälfte verdeckt, wie Fig. 23 zeigt. Der Prismenträger selbst kann um die optische Axe des Mikroskopes gedreht, und dann mittelst einer Klemmschraube d Fig. 4 und 28 festgestellt werden; er hat ein seitliches Fenster in dem Drehstück R, Fig. 23, durch welches der von der Magnesialampe kommende Lichtkegel einfällt. Dieser wird von dem Prisma durch das Objektiv auf das Objekt geworfen und erzeugt hier einen hellleuchtenden Lichtkreis, der, bei richtiger Einstellung der Irisblende auf der optischen Bank, durch den Blendenrand scharf begrenzt erscheint. Um diesen abgegrenzten

Lichtkreis gegen die optische Axe des Mikroskopes einzustellen, bedarf es für die Verschiebung des Lichtkreises in wagerechter Richtung einer Drehung des Prismas in seiner Fassung (Fig. 23) und einer Drehung des ganzen Prismenträgers um die optische Axe für die Verschiebung in senkrechter Richtung. Ueber die zweckmäßigste Handhabung dieser Vorrichtungen für verschiedene Fälle wird weiter unten noch gesprochen werden.

Die meisten Objektive, mit Ausnahme der für schwache Vergrößerungen bestimmten, werden beim Photographiren mit Okular benutzt, und zwar dienen hierzu die Projektionsokulare Nr. 2 u. Nr. 4. Diese Projektionsokulare Fig. 29 u. 30 sind besonders auch für die mikrophotographischen Zwecke konstruirt und verbinden mit ihren optischen Vorzügen die Annehmlichkeit einer sehr sicheren und bequemen Arbeitsweise. Nachdem man, wie später genauer zu

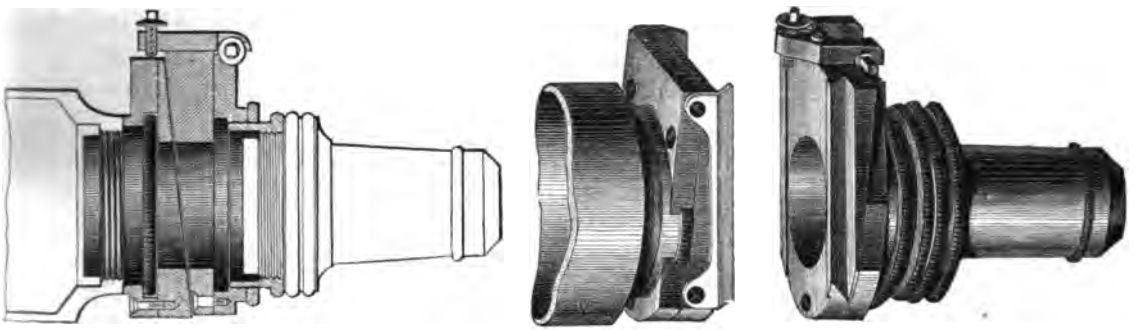


Fig. 25.

Fig. 29.

Fig. 30.

besprechen, die Beleuchtung richtig angeordnet und durch Okularbeobachtung das Bild vor dem Mikroskop sitzend scharf eingestellt hat, fügt man an Stelle des benutzten Sucher-Okulars das vorher mit Hülfe seiner Theilung richtig eingestellte Projektionsokular in den Tubusauszug ein. Um die Okularbeobachtung bequem ausführen zu können oder um überhaupt das Mikroskop als Arbeitsmikroskop zu benutzen, kann man die Kammer in ihrer Schlittenführung ganz zurückschieben und sich zwischen die beiden Tische setzen. Wenn man nach dem Einschieben des Projektionsokulars die Verbindung zwischen Mikroskop und Kammer herstellt, so erscheint das Bild bereits ziemlich scharf auf der matten Platte; hierin liegt ein großer Vorzug des Projektionsokulars. Um die richtige Einstellung der Projektionsokulare bewirken zu können, ist das Augenende des Okulars mittelst einer Schraube von sehr großer Steigung in seiner Fassung verschiebbar, Fig. 29 und 30, und man hat diese Verschiebung so lange zu bethätigen, bis der Stand der im Okular angebrachten Blende[1]) sich ganz scharf auf der matten Scheibe abbildet. Diese Einstellung ist für die gleiche Entfernung der matten Scheibe vom Okular stets wieder dieselbe und man kann daher die Einstellung für verschiedene Plattenabstände ein für allemal durch einige Versuche ermitteln. Um dies zu erleichtern sind die Deckel der Okulare mit einer Theilung von 0 bis 10 versehen; man kann nun mit Hülfe des an dem Kammerschlitten angebrachten Centimetermaßstabes für die Entfernung der matten Scheibe

[1]) Das neue Projektionsokular 2* hat eine von außen einstellbare Irisblende.

vom Okular leicht die zu einander gehörigen Einstellungen von Okular und matter Scheibe bestimmen und tabellarisch festlegen. Die Projektionsokulare geben bei 160 mm Tubuslänge entsprechend ihrer Nummerirung eine zweifache und eine vierfache Vergrößerung des vom Objektiv für sich entworfenen Bildes und dienen namentlich in Verbindung mit den apochromatischen Objektiven zugleich zur Verbesserung der Bildgüte, die außerdem noch von der Art der Beleuchtung, der Deckglasdicke und der angewendeten Tubuslänge abhängig ist. Da die gewöhnlichen mikroskopischen Objektivsysteme alle unter Voraussetzung eines Deckglases berechnet und korrigirt sind, so muß man durch passende Veränderung der Tubuslänge das Fehlen des Glases bei der Arbeit an Eisenschliffen zu verbessern suchen, was meistens nur in beschränktem Maße erreichbar ist. Deswegen ist es als ein großer Fortschritt zu bezeichnen, daß die Firma Zeiß bereit ist, auf Wunsch auch die stärkeren Objektive für die Benutzung ohne Deckglas zu korrigiren; es ist dringend zu rathen hiervon ausgiebig Gebrauch zu machen. Diese Gläser können dann für die gewöhnliche Tubuslänge von 160 mm benutzt werden.

Die Balgkammer ist ebenso wie das Mikroskop auf einem in der Richtung der optischen Axe verschiebbaren Schlitten f, Fig. 15 und 17 Tafel I; Fig. 31 befestigt, der zur Verminderung des Verziehens als Rahmen konstruirt worden ist. Dieser Schlitten läuft in einem Rahmen h, der durch die beiden eingemauerten eisernen Konsole getragen wird. An dem Schlitten ist vorn ein Stirnbrett m befestigt, das die kegelförmigen Blechtrichter t als Verlängerung trägt. Die Balgkammer ist auf einem kleinen Schlitten e (Fig. 31) angebracht, der in dem langen Schlitten f läuft und die Führungen für den Auszug n der matten Scheibe trägt. Alle Schlittenführungen sind mit Tuch ausgelegt, so daß ein sanfter Gang erzielt wird; sie können durch Schrauben nach vollzogener Einstellung festgeklemmt werden. Die Balgkammer kann für sich um 44 cm ausgezogen werden; für größere Entfernungen der matten Scheibe vom Okular wird Schlitten g mit n und o zurückgezogen, worauf zwischen m und o röhrenförmige Verlängerungsstücke eingesetzt werden, deren eines in Fig. 7 u. 8 auf dem Fußboden stehend abgebildet ist. Man kann auf diese Weise das Instrument für Bildabstände von 70 bis 253 cm vom Okular benutzen. Indessen ist hier ausdrücklich zu betonen, daß man im Allgemeinen durch die großen Bildabstände sehr viel weniger gewinnt, als durch Anwendung starker Objektivvergrößerung bei kleinem Bildabstand erzielt werden kann. Der Bildabstand kann mit Hülfe der oben schon erwähnten auf dem langen Schlitten angebrachten Centimetertheilung q mit Hülfe einer Marke s am Träger der Mattscheibe e nach Belieben eingestellt werden. Wird durch unmittelbare Ausmessung des Bildes einer Mikrometertheilung auf der Mattscheibe für die einzelnen Kombinationen von Objektiven, Okularen, Tubuslängen und Bildabstände eine Tabelle für die dadurch erzielten Vergrößerungen entworfen, so kann man leicht durch entsprechende Wahl des Bildabstandes die Vergrößerung des photographischen Bildes auf ein rundes Maß bringen,

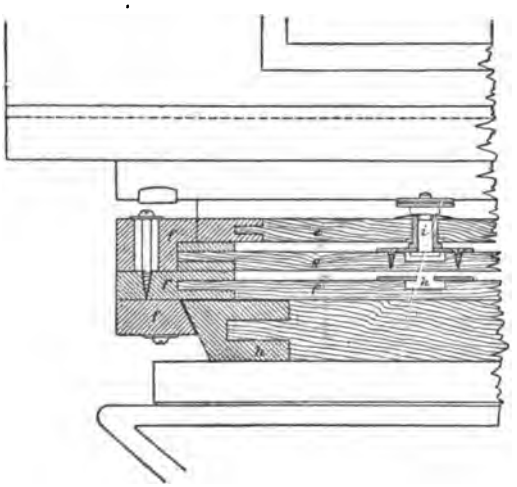


Fig. 31.

Tabelle 1.

Einstellung der Projektions-Okulare.			Einstellung der Kammer zur Erzielung bestimmter Vergrößerungen.									
				Kammerstellung in cm für Objektiv:								
Kammer-stellung.	P_2	P_4	Lineare Ver-größerung	70 mm	35 mm	Apochromat 16 Tubuslänge 167 mm		Apochromat 4 Tubuslänge 167 mm		Apochromat 2 (Apert 1,3) Tubuslänge 167 mm	
cm	Strich-Nr.	Strich-Nr.		—	—	P_2	P_4	P_2	P_4	P_2	P_4
70	7,7	6,6	10	74	—	—	—	—	—	—	—
80	7,5	6,3	15	112	—	—	—	—	—	—	—
90	7,2	6,1	20	148	—	—	—	—	—	—	—
100	7,0	5,9	25	185	80	—	—	—	—	—	—
110	6,8	5,7	30	221	97	—	—	—	—	—	—
120	6,5	5,5	40	—	131	—	—	—	—	—	—
130	6,3	5,3	50	—	165	—	—	—	—	—	—
140	6,0	5,1	75	—	250	—	—	—	—	—	—
150	5,8	4,9	100	—	—	74,5	—	—	—	—	—
160	5,6	4,7	110	—	—	81,0	—	—	—	—	—
170	5,3	4,5	120	—	—	87,5	—	—	—	—	—
180	5,1	4,2	130	—	—	94,0	—	—	—	—	—
190	4,9	4,0	140	—	—	100,5	—	—	—	—	—
200	4,6	3,8	150	—	—	107,0	—	—	—	—	—
210	4,4	3,6	160	—	—	113,5	—	—	—	—	—
220	4,2	3,4	175	—	—	—	72	—	—	—	—
230	3,9	3,2	200	—	—	—	81	—	—	—	—
240	3,7	3,0	225	—	—	—	90	—	—	—	—
250	3,5	2,8	250	—	—	—	99	—	—	—	—
260	3,2	2,6	275	—	—	—	108,5	—	—	—	—
			300	—	—	—	117,5	75,5	—	—	—
			350	—	—	—	—	86,5	—	—	—
			400	—	—	—	—	97,0	—	—	—
			450	—	—	—	—	108,0	—	—	—
			500	—	—	—	—	—	70,0	—	—
			600	—	—	—	—	—	82,0	—	—
			700	—	—	—	—	—	94,0	72	—
			800	—	—	—	—	—	106,0	80	—
			900	—	—	—	—	—	118,0	90	—
			1000	—	—	—	—	—	130,0	98,5	—
			1100	—	—	—	—	—	—	109	—
			1250	—	—	—	—	—	—	—	71
			1650	—	—	—	—	—	—	—	90
			1840	—	—	—	—	—	—	—	100
			2140	—	—	—	—	—	—	—	115

was in vielen Fällen wünschenswerth ist. Die in der Versuchsanstalt ermittelte Tabelle dieser Art für 167 mm Tubuslänge ist in Tab. 1 abgedruckt.

Der lichtdichte Verschluß zwischen Mikroskop und Kammer ist in Fig. 32 gezeigt. Das Trichterende t tritt einfach in das Kragenstück t^1 ein, das über den Tubusauszug ta geschoben ist[1]). Hierdurch ist ein sicherer lichtdichter Verschluß hergestellt, ohne daß sich Instrument und Kammer berühren. Man kann also alle Arbeiten an der Kammer ausführen, ohne befürchten

[1]) Diese Einrichtung läßt sich wohl etwas verbessern. Man sollte suchen den Verschluß so zu bewirken, daß man die Einstellungen an den Projektionsokularen, mindestens an deren Irisblende von außen her verändern kann ohne die Kammer erst zurückschieben zu müssen. Das Projektionsokular 2* hat die Einrichtung zur Einstellung der Blende von außen, aber es ist unbequem in der Handhabung, weil man den Tubusauszug bei seiner Benutzung entfernen muß.

zu müssen, an der Einstellung des Instrumentes irgend etwas zu stören. Zum gleichen Zweck liegt auch die Handhabe zum Schlüssel für die Feineinstellung hinter dem Tischbrett der Kammer verborgen, so daß sie unabsichtlich nicht berührt werden kann. Auch die Verbindung zwischen Trichter und Balgkammer oder den Einsatzrohren zur Verlängerung der Kammer sind in gleicher Weise zum einfachen Ineinanderschieben ausgebildet.

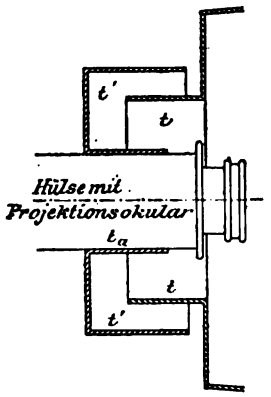


Fig. 32.

Die von der Firma Carl Zeiß entworfene Neuanordnung eines Universalapparates zur Mikrophotographie und Projektion im auffallenden und durchfallenden Licht ist in Fig. 33 schematisch dargestellt. Hierbei bleibt die Beleuchtungsvorrichtung und ihre Axe AB sowohl für Arbeit im auffallenden wie im durchfallenden Licht in ihrer Lage, während das Mikroskop Mi mittelst einer seitlichen Schlittenführung für ersteren Fall in die in Fig. 33 angedeutete Stellung oder für den zweiten Fall in die optische Axe AB der Beleuchtungsvorrichtung gebracht werden kann. — Für auffallendes Licht vermittelt ein allseitig beweglicher Spiegel S die Uebertragung der Beleuchtung auf das Prisma oder bei schwächeren Objektiven unmittelbar auf das Objekt[1]).

Taf. I Fig. 9—11 giebt die Einrichtung der photographischen Dunkelkammer. Anordnungen und Abmessungen sind so gewählt, daß man vom Sitz aus alle einzeln nacheinander zu benutzenden Gegenstände bequem erreichen und ganz sicher finden oder wieder an ihren be-

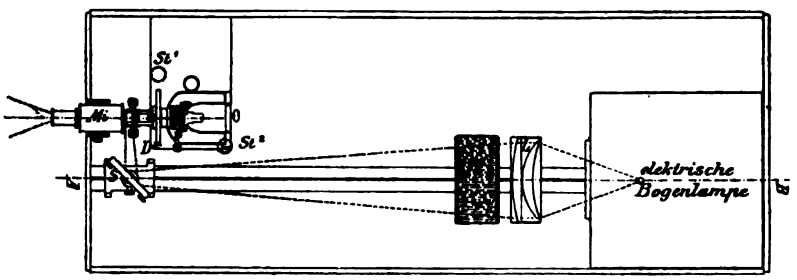


Fig. 33.

stimmten Platz bringen kann. Die beiden Räume sind durch einen dicken Vorhang getrennt. Um das Fixirbad vor Staub zu schützen, ist es mit einem Blechdeckel versehen. Das Waschen der Platten geschieht in beständig fließendem Wasser. Für die Lüftung sind lichtdichte Oeffnungen am Boden und an der Decke des Raumes vorgesehen. Um die Zeit für die Entwicklung zuverlässig zu bemessen ist an der hölzernen Wand außen eine von Gebr. Epner in Berlin gelieferte Schwarzwälderuhr angebracht, deren Schlagwerk jede Minute einen Schlag giebt.

Ist der für eine Dunkelkammer zur Verfügung stehende Raum beschränkt, so kann man ihre innere Einrichtung wie in Fig. 12—14 Taf. I treffen. Ein an der Wand aufgehängtes

[1]) Da der an der Seite des Mikroskopes befindliche Spiegel bei Benutzung des Mikroskopes als Arbeitsinstrument unbequem werden kann, so wird man bei Bestellung der Einrichtung zugleich angeben müssen, ob man Anordnung des Spiegels rechts oder links vom Mikroskop wünscht. Man könnte vielleicht auch die Anordnung so treffen, daß die gegenseitige Lage vom Beleuchtungsapparat, Mikroskop und Kammer beim Uebergang vom auffallenden zum durchfallenden Licht überhaupt nicht verändert zu werden braucht, was immerhin seine Annehmlichkeiten haben würde, z. B. wenn man bei fester Aufstellung nach Fig. 33 den Spiegelträger gegen B so weit verschiebbar macht, daß der gebrochene Lichtkegel in dem Spiegel des Abbeschen Beleuchtungsapparates für durchfallendes Licht einfallen kann.

Gestell aus Blech und Draht dient zur Unterbringung der nöthigen Reagentien, zum Aufstellen des Entwicklers und der Fixirschale sowie zum Abspülen und Trocknen der Platten.

Eine bewährte Auswahl von optischen Gläsern, die für alle Zwecke der Metallographie ausreichen dürfte, ist die folgende:

1. Mikroplanar 70[1]) für schwache Vergrößerungen und Aufnahmen im zerstreuten Tageslicht.
2. Objektiv 35, oder Mikroplanar 35[2]) für Benutzung mit Prisma oder mit Spiegelplättchen.

Die Gläser 1. u. 2. arbeiten ohne Projektionsokular. Zur Beobachtung mit dem Auge oder zur Auswahl einer bestimmten Stelle für die Aufnahme kann Objektiv 35 (oder Mikroplanar 35) in Verbindung mit dem Sucherokular oder irgend einem Kompensationsokular benutzt werden.

3. Apochromat 16, } Zur Verwendung ohne Deckglas; Be-
4. Apochromat 4, kurze Konstruktion[3]) } leuchtung mit Prisma.
5. Apochromat 2 (Apertur 1,3 oder 1,4) für Oelimmersion. Verwendung mit Deckglas und Beleuchtung durch Prisma.
6. Sucherokular.
7. Projektionsokulare P_2 und P_4.
8. Kompensationsokulare 4 und 12 für Okularbeobachtung.

Der große mikrophotographische Apparat der Versuchsanstalt in Verbindung mit den unter 1 bis 8 aufgeführten optischen Gläsern dient nicht nur lediglich zur Herstellung photographischer Aufnahmen, sondern vertritt gleichzeitig die Stelle eines gewöhnlichen Mikroskops für alle metallographischen Arbeiten, wobei er gegenüber den Arbeiten mit gewöhnlichen Mikroskopstativen den Vortheil der großen Stabilität, bequemen Beleuchtung und die Möglichkeit, ziemlich schwere und umfangreiche Untersuchungsobjekte zu beobachten, gewährt.

Fig. 34.

Nur um während der Vorbereitung der Proben den Verlauf des Polirens und Aetzens bequem unter dem Mikroskop verfolgen zu können, ist ein Mikroskopstativ mit zwei Kugelgelenken Bauart Martens, s. Fig. 34, in Verwendung. Hierbei empfiehlt es sich, billigere Gläser zu verwenden, da infolge der Ausdünstungen der Aetzmittel eine Beschädigung nicht ausgeschlossen ist. Jedenfalls ist dringend davon abzurathen, die guten unter 1 bis 8 aufgeführten optischen Gläser hierbei zu benutzen. Es eignen sich z. B.:

---

[1]) Bezeichnungen nach dem Katalog der Firma Carl Zeiß, Jena.

[2]) Mikroplanar 35, welches bei Arbeiten im durchfallenden Licht dem gewöhnlichen Objektiv 35 erheblich überlegen ist, kann in Verbindung mit den Beleuchtungsapparaten für auffallendes Licht seine Vorzüge nicht zur Geltung bringen. In Verbindung mit dem Prisma steht es dem Objektiv 35 sogar etwas nach, wie weiter unten gezeigt werden soll.

[3]) Die kurze Konstruktion wurde auf Anregung von Martens von der Firma Carl Zeiß angefertigt; sie arbeitet im auffallenden Licht günstiger als die sonst gelieferte mit langer Fassung.

9. Objektiv aa,
10. „ A,
11. „ a*
12. Huyghensſche Okulare 2 u. 4.[1])

Wie bereits oben angedeutet, iſt es rathſam Objektivſyſteme zu verwenden, welche Aufnahme und Beobachtung ohne Deckglas geſtatten. Bei der Beleuchtung durch das Prisma ſtören die beiden ſpiegelnden Flächen des Deckglaſes meiſtens ſtark und können allein dadurch

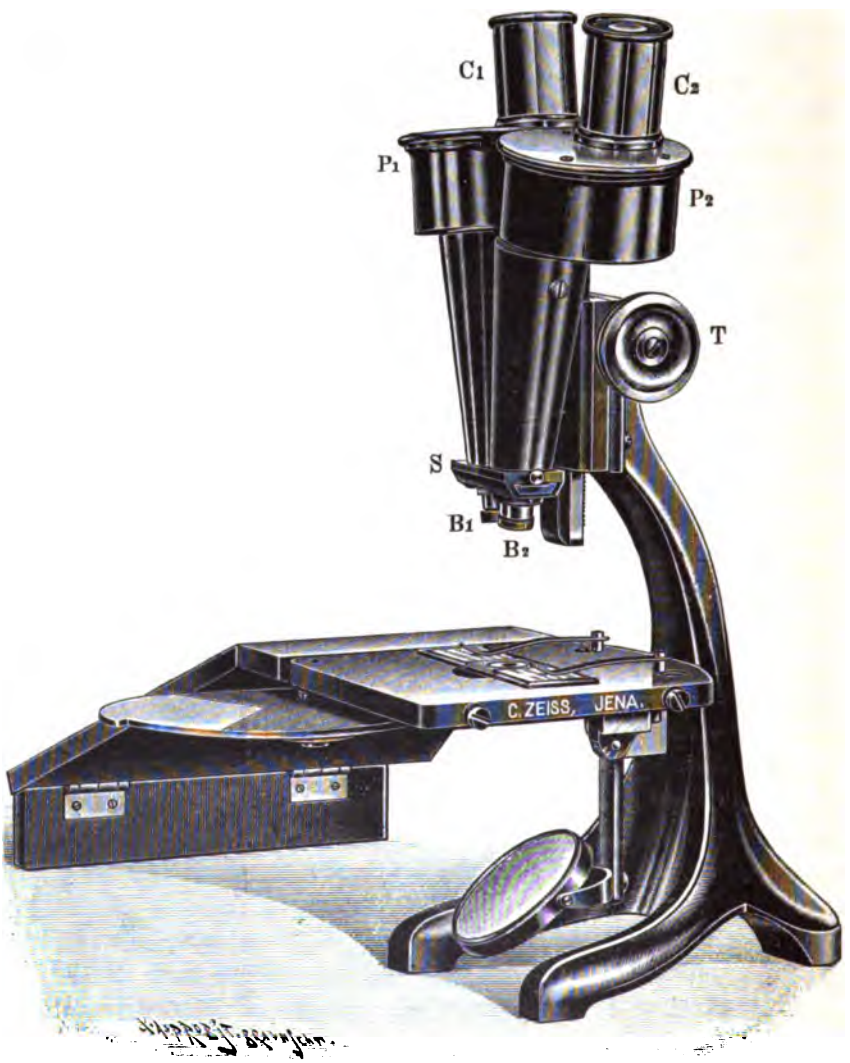


Fig. 35.

[1]) Die Bezeichnungen beziehen ſich ſämmtlich auf die Fabrikate der Firma Carl Zeiß, Jena. Neuerdings wird von dieſer Firma ein orthoſkopiſches binoculares Mikroſkop nach Greenough hergeſtellt (ſ. Fig. 35), das für viele Zwecke, beſonders bei Unterſuchungen von Brüchen, gröberen Fehlern in Metallen u. ſ. w. außerordentlich werthvolle Dienſte leiſtet und ſich vorausſichtlich recht bald Eingang in metallographiſche Laboratorien verſchaffen wird.

sonst ausgezeichnet wirkende Gläser für die Zwecke der Metallmikroskopie unbrauchbar machen. Es zeigt sich dann das eigentliche Bild überdeckt durch ein zweites, etwas seitlich verschobenes, stark verschleiertes Reflexbild, wie in Fig. 36 punktirt angedeutet. Die etwas schräg einfallende Beleuchtung durch das Prisma macht dies erklärlich.

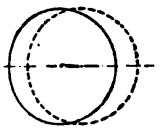


Fig. 36.

Für Immersionsobjektive dagegen ist der Gebrauch eines Deckglases nicht zu umgehen, da sonst der Schliff durch die Immersionsflüssigkeit angegriffen wird. Hier ist glücklicherweise die oben beschriebene mit der Anwendung der Deckgläser verbundene Unvollkommenheit, soweit es sich um die Zeißschen Apochromaten 2 und 3 mm handelt, nicht zu bemerken. Beim Auflegen des Deckglases kann man ohne große Umstände verfahren. Das Deckgläschen wird mit einem kleinen Tropfen Kanadabalsam betupft und auf die Schlifffläche leicht aufgedrückt, was sogar möglich ist, ohne das Objekt aus seiner genau gegebenen Lage auf dem Objekttisch zu entfernen. Das Auftreten von Luftblasen zwischen Objekt und Deckglas ist hierbei nicht zu befürchten, wenn der Kanadabalsam nicht zu dickflüssig gehalten wird. Das Trocknen des Balsams wird nicht abgewartet. Nach Beendigung der Aufnahme oder der Beobachtung läßt sich dann das Deckglas ohne Weiteres durch ein mit Benzol befeuchtetes Tuch abschieben, worauf der Schliff mit Benzol gereinigt wird. Es ist bei darauf folgender weiterer Beobachtung jedoch Vorsicht anzuempfehlen, und alle irgendwie verdächtigen Körperchen, die im Gesichtsfeld auftreten, sind mittelst eines Pinsels auf ihre Beweglichkeit zu prüfen, damit nicht etwa Staub oder Fasern vom Tuch zu Trugschlüssen Veranlassung geben.

An photographischen Platten verwendet die Versuchsanstalt gewöhnliche Trockenplatten von Schüler und Günther, Format 9 × 12 cm, welche für die meisten Zwecke vollkommen ausreichen. Nur bei starken Vergrößerungen unter Anwendung von Immersionssystemen und starken Projektionsokularen (P_4) sind mit Obernetters Eosinplatten bessere Ergebnisse zu erzielen, wie ein Vergleich der Fig. 24 und 25 [1]) Taf. III ergiebt. Handelt es sich um die Aufnahme farbiger Objekte, z. B. von Schliffen von Bronze, Messing u. s. w. mit vorwiegend gelben und röthlichen Farben, so sind überhaupt nur mit für diese Farben empfindlichen Platten brauchbare Bilder zu erzielen. Auch hier haben sich Obernetters Eosintrockenplatten gut bewährt.

Lichtfilter können bei metallographischen Arbeiten in den meisten Fällen entbehrt werden, wenigstens gilt dies bei Anwendung der vorzüglichen Zeißschen Apochromaten. Zettnowfilter (160 g Kupfernitrat, 14 g Chromsäure, 250 g Wasser bei 1 cm dicker Schicht) liefern naturgemäß, da sie nur Strahlen von einer bestimmten Wellenlänge hindurchlassen, sehr scharfe Bilder, geben aber bei Anwendung von gewöhnlichen Trocken- und von Eosinplatten die Farben unnatürlich wieder, was unter Umständen bei Betrachtung des Bildes störend wirken kann. Vgl. hierzu Fig. 26 und 27 Taf. III, von denen die erstere eine Aufnahme ohne, die letztere eine solche mit Zettnowfilter darstellt. Nähere Einzelheiten siehe in den Erklärungen zu den Tafeln. In besonderen Fällen hingegen lassen sich durch Einschaltung geeigneter Filter ganz überraschende Wirkungen erzielen, wie es z. B. die Fig. 18—20 Taf. III veranschaulichen. In solchen Fällen ist demnach die Anwendung von Filtern vom metallographischen Standpunkt aus geradezu geboten. Die Figuren 18—20 sind Abbildungen eines und desselben Objektes, nämlich eines reliefpolirten und darnach mit Königswasser geätzten

[1]) Näheres siehe Erklärungen zu den Tafeln.

Bronzeschliffes, Fig. 18 ist aufgenommen ohne Lichtfilter, Fig. 19 unter Zwischenschaltung einer Blauscheibe, Fig. 20 unter Anwendung eines Zettnowfilters.

Die Beleuchtung des Objektes erfolgt in den meisten Fällen mit künstlichem Licht; nur Objektiv 70 verwendet man soweit angängig mit Beleuchtung durch zerstreutes Tageslicht, Mikroplanar 75 ist ausschließlich für solche eingerichtet. — Bei stärkeren Objektiven giebt die wegen des geringen Objektabstandes sehr schräg einfallende Beleuchtung durch zerstreutes Tageslicht meist unnatürliche Gefügebilder, die nicht dem entsprechen, was man unter dem Mikroskop zu sehen gewöhnt ist. Künstliche Beleuchtung mittelst des unter 45 ° zur optischen Axe eingestellten Planparallelglases (Fig. 26 u. 27) ist nur möglich bei den Objektiven mit genügend großer Brennweite und kommt daher nur bei Objektiv 70, Objektiv und Mikroplanar 35 in Frage. Letztere beiden lassen aber auch gleichzeitig Beleuchtung mittels Prisma über dem Objektiv (Prismenilluminator) zu. Sämmtliche übrigen oben aufgeführten Objektivsysteme sind ausschließlich mit der letzteren Beleuchtungsvorrichtung zu verwenden.

a) Beleuchtung mit Planparallelglas. Hierbei ist im Folgenden nur die Anwendung von Objektiv bezw, Mikroplanar 35 ins Auge gefaßt, da für Objektiv und Mikroplanar 70 bezw. 75 vorwiegend Beleuchtung mit zerstreutem Tageslicht in Frage kommt. Die Dicke des Planparallelglases spielt eine ganz wesentliche Rolle; sie darf die eines gewöhnlichen Deckglases auf keinen Fall überschreiten, wenn nicht ganz beträchtliche Bildverzerrungen eintreten sollen. Vgl. Fig. 15a und b und Fig. 16 Taf. II Aufnahmen des gleichen Objektes bei Beleuchtung mit einem 0,5 mm dicken Planparallelglase, (Fig. 15) und mittelst eines solchen von der Dicke eines gewöhnlichen Deckglases (Fig. 16). Die Verzerrungen in Fig. 15 a und b Taf. II geschehen parallel zu 2 aufeinander senkrechten Geraden, und zeigen die Merkmale des Astigmatismus. Ein scharfes Einstellen der Bilder auf der Mattscheibe war nicht möglich. Fig. 15 b wurde erhalten, nachdem das Objekt aus der Stellung für Fig. 15a um $6^3/_4$ mm dem Objektiv genähert war. Innerhalb dieses Spielraumes von $6^3/_4$ mm zeigte das Bild auf der Mattscheibe verschiedene Zwischengrade der Schärfe und Verzerrung; eine Mittelstellung zeigte noch das erträglichste Ergebniß. Bei Verwendung des Deckgläschens, Fig. 16, Taf. II ist der Astigmatismus auf ein sehr geringes Maaß herabgedrückt, aber noch nicht völlig verschwunden. Die genaue Einstellung des Planparallelgläschens ist von wesentlichem Einfluß auf die Bildgüte und nicht ganz leicht auszuführen. Sie kann in folgender Weise geschehen. Das Plättchen wird vorläufig nach Augenmaß in möglichster Nähe des Objektives in seine Stellung gebracht. Beleuchtungslinsen und Blenden sind so anzuordnen, daß der Lichtkegel das Plättchen in einem nicht zu engen Lichtkreis schneidet; letzterer muß genau in der Mitte des Plättchens liegen. Mittelst der in Fig. 26 und 27 abgebildeten Einrichtung verstellt man nun das Planparallelglas solange, bis das mit dem Sucherokular beobachtete Bild in der Mitte des Sehfeldes erscheint und in allen seinen Punkten von möglichst gleicher Helligkeit ist. Nach Entfernung des Okulars wird die Einstellung des Plättchens schließlich so lange verändert, bis auch auf der Mattscheibe das Bild in der Mitte liegt und möglichst in allen Punkten gleich hell ist. Hierauf wird durch Handhaben der Schraube S Fig. 15, 16, 18 Taf. I der ganze Mikroskoptisch in der Richtung der optischen Axe soweit verrückt, bis der Lichtkegel das Plättchen wieder genau central schneidet, falls infolge der Korrekturen eine kleine Abweichung eingetreten sein sollte.

Die Ergebnisse, welche mit Objektiv bezw. Mikroplanar 35 bei Beleuchtung mit Plättchen erzielt worden sind, wurden in den Fig. 11—14, Taf. II. denen gegenübergestellt, die bei Abbildung derselben Stelle des gleichen Gegenstandes mit den gleichen Objektiven

unter Anwendung der Prismenbeleuchtung (oberhalb des Objektives) erreicht wurden. Fig. 11 und 13 Taf. II sind mit Objektiv 35, Fig. 12 und 14 Taf. II unter Benutzung des Mikroplanars 35 hergestellt, (Vgl. die Erklärungen zu den Tafeln). Die mit Prisma erhaltenen Bilder sind den mit Planparallelglas erzielten ohne Frage überlegen. Zum gleichen Ergebniß führt auch der Vergleich der Fig. 10 und 8, Taf. II. Aus Vorstehendem dürfte gefolgert werden, daß auch bei Anwendung des Objektivs bezw. Mikroplanars 35 die Beleuchtung mit Prisma vorzuziehen ist, zumal damit noch der wesentliche Vortheil verknüpft ist, daß trotz beständigen Wechsels der Objektive eine Aenderung in der Stellung der Beleuchtungsvorrichtung und des Mikroskoptubus wegfällt.

b) Beleuchtung mit Prisma oberhalb des Objektives. Wie bereits auf Seite 85 angedeutet, kann hierbei Mikroplanar 35 seine Vorzüge gegenüber Objektiv 35 nicht entfalten. Es zeigt sich Letzterem gegenüber sogar im Nachtheil, wenn es sich um Abbildung geätzter Schliffe handelt, welche das Licht durch die vielen Rauhheiten ihrer Oberfläche mehr oder weniger zerstreuen. In solchen Fällen tritt bei Verwendung des Mikroplanars 35 auf der rechten Seite des Gesichtsfeldes (im Okular wie auf der Mattscheibe) ein Schleier auf, wie ihn Fig. 12 Taf. II rechts erkennen läßt. Er kann nur durch weitere Abblendung des Bildes beseitigt werden, wodurch aber das Gesichtsfeld verkleinert wird, während man doch gerade bei schwachen Objektiven, welche nicht Detail — sondern Uebersichtsbilder liefern sollen, auf möglichste Ausdehnung des Gesichtsfeldes Werth legen muß. Auch bei Abbildung von

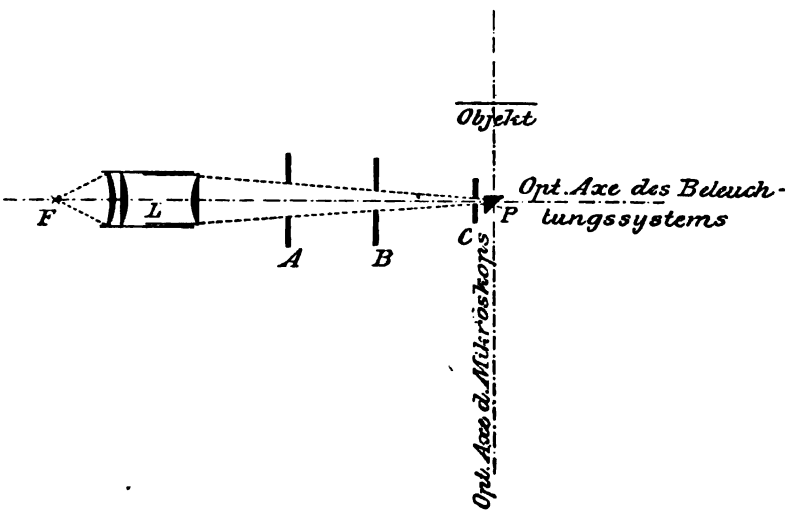


Fig. 37.

stark spiegelnden polirten Schliffen (Reliefs) liegt, wie Fig. 10 Taf. II im Vergleich zu Fig. 7 Taf. II zeigt, der Vorzug auf Seite des Objektivs 35, wenn auch beim Mikroplanar der Schleier in diesem Falle nicht auftritt. Bei Einstellung der Beleuchtung führt folgendes Verfahren zum Ziel. Es ist hierbei vorausgesetzt, daß die erste Centrirung in der auf Seite 78 beschriebenen Weise bereits erfolgt ist, daß also die optische Axe des Beleuchtungssystems und diejenige des Mikroskops in einer Horizontalebene liegen und sich unter einem Winkel von 90° schneiden. Die beiden Blenden A und B (s. Fig. 37) werden vorläufig umgelegt. Durch Verstellen des gesammten Mikroskopuntergestells in der Richtung der optischen Axe mit Schraube S Fig. 15, 16, 18, Taf. I, sowie durch Drehen der Prismenfassung sammt ihrer Blende C, Fig. 4, 28, 37, um die gleiche optische Axe bewirkt man, daß das Bild der Flamme F auf

die Mitte der geschlossenen Blende C fällt. Diese Blende C ist vorher so an der Prismenfassung festzustellen, daß sie das Fenster in letzterer central überdeckt. Hierauf wird durch Verschiebung von L auf der optischen Bank und durch Verstellen des Auszuges am Tubus von L so lange regulirt, bis das Flammenbild auf der geschlossenen Blende C nahezu das Maximum der Helligkeit erreicht hat. Es ist darauf zu achten, daß dies Flammenbild kreisrund und höchstens bis auf einen schmalen röthlichen Saum am Umfang vollkommen gleichfarbig weiß erscheint. Farbige Stellen des Bildes rühren, falls in Folge der ersten Centrirung des Apparates die Flamme in der optischen Axe der Beleuchtungseinrichtung liegt, lediglich davon her, daß die vordere Leuchtfläche des Magnesiastiftes unregelmäßig abgebrannt ist. Man behebt den Fehler, indem man an den Stift vorsichtig eine kreisförmige senkrechte Endfläche anfeilt. Die Blenden AB werden nun wieder aufgekippt und so eingestellt, daß nur ein sehr enger Lichtkegel auf die wenig geöffnete Blende C trifft. Auf die Abstände LA, AB, BC kommt es weniger an, sie können z. B. gleich gewählt werden. Das Objekt, welches sich auf dem in Fig. 19 und 20 dargestellten kippbaren Tischaufsatz befindet, wird nahe an das Objektiv herangeschoben und durch Verstellen der Schrauben 1 und 2 des Aufsatzes soweit als möglich parallel zur Vorderfläche der Fassung der Vorderlinse gerichtet. Es erfolgt nun die Beobachtung unter Zuhülfenahme eines nicht zu schwachen Objektives und des Sucherokulars. Durch Drehen des Prismas sowohl um die senkrechte, wie auch um die wagerechte Axe bringt man das Bild nahezu in die Mitte des Sehfeldes. Das Bild wird im Allgemeinen noch nicht kreisförmig abgegrenzt und noch nicht an allen Stellen gleich scharf erscheinen; daher erübrigt noch die sorgfältige endgültige Einstellung der Objektebene senkrecht zur optischen Axe des Mikroskops. Hierzu kann man Aprochromat 4 in Verbindung mit dem Sucherokulator oder dem Compensationsokular 4 benutzen. Durch Drehen des Objekttisches um die optische Axe wird der kippbare Tischaufsatz in die in Fig. 20 gezeichnete Stellung gebracht. Das Objekt werde mit der Kreuztischverstellung wagerecht, z. B. im Okular gesehen nach links verschoben; das Bild wird im allgemeinen unscharf werden. Angenommen, es könnte durch Nähern des Objektes, also Drehen des Hookschen Schlüssels im Sinne des Uhrzeigers, wieder scharf erhalten werden, so ist Stellschraube 1 im entgegengesetzten Sinne zu verdrehen. Erschien dagegen das Objekt in seiner neuen Stellung erst wieder scharf durch Entfernen des Objektes, also Drehen des Schlüssels in einem dem Uhrzeiger entgegengesetzten Sinne, so ist Schraube 1 im Sinne des Uhrzeigers zu stellen. Diese Arbeit wird so lange ausgeführt, bis das Objekt bei horizontaler Bewegung im Bereiche der Verstellbarkeit des Kreuztisches vollkommen scharf bleibt. Analog führt man bei Bewegung des Objektes in vertikaler Richtung die Einstellung mit Hülfe der Schraube 2 aus. Bei einiger Uebung sind diese Arbeiten in ganz kurzer Zeit auszuführen. Zum Schluß ist nun gewöhnlich noch eine geringfügige Nachstellung des Prismas um seine beiden Drehaxen erforderlich, um das Bild vollkommen in die Mitte des Sehfeldes zu lenken. Bei richtiger Aufstellung der Kamera muß nun nach Einschalten des Projektionsokulars und Anschieben der Kammer auch auf der Mattscheibe das Bild nahezu central erscheinen. Kleine Abweichungen verbessert man auch hier wieder durch Drehen des Prismas.

In der so erhaltenen Stellung beläßt man den Apparat soweit als angängig. Die Lage des Flammenpunktes F wird durch häufiges Regeln am Brenner leicht verschoben. Man hat dann die Flamme lediglich so lange an ihrem Halter zu verstellen, bis der Lichtkegel genau central durch die Blenden A und B geht, um den Apparat wieder in gebrauchsfähigem Zustande zu haben.

Wie bereits früher angedeutet, ist eine zweckmäßige Regelung der Oeffnungen der Blenden A B C von Einfluß auf die Güte der erhaltenen Bilder. Es richtet sich dieselbe in der Hauptsache nach der Art der verwendeten Objektive und Projektionsokulare. Allgemein gültige Gesichtspunkte werden sich hierfür kaum aufstellen lassen. Als Anhalt kann das Folgende dienen, das sich in der Versuchsanstalt als brauchbar herausgestellt hat, und wobei eine Kammerstellung von 90 cm und eine Tubuslänge von 167 mm zu Grunde gelegt ist.

a) Objektiv 35 (Mit Prisma). Blende A voll, Blende B soweit geöffnet, daß eben die äußersten Randstrahlen entfernt sind. C bleibt soweit offen, daß das Fenster der Prismenhülse fast vollkommen offengelegt ist. Man wird nun auf der Mattscheibe einen Bildkreis beobachten, der am Umfange Unschärfen enthält. Es wird jetzt Blende B allmählich soweit geschlossen, bis das Bild auf der Mattscheibe soweit verkleinert ist, daß der unscharfe Rand wegfällt. Die auf diese Weise bedingte Größe des Bildkreises wechselt mit der Art des Objektes. Reliefpolirte, stark leuchtende Schliffe vertragen größeren Bildkreis; geätzte einen um so kleineren, je mehr die Oberfläche durch die Aetzwirkung aufgerauht ist.

b) Apochromat 16. Blende A ist soweit geschlossen, daß nur die äußersten Randstrahlen abgehalten werden. C bleibt offen wie bei a). Bei reichlicher Oeffnung von B erscheint die Gesichtsfeldblende des Projektionsokulars auf der Mattscheibe scharf abgebildet. Im Allgemeinen läßt sich aber diese große Fläche nicht gleichmäßig scharf erhalten. Man wird daher besonders bei geätzten Schliffen ähnlich wie unter a) Blende B soweit einengen, bis ein Bildkreis von genügend gleichmäßiger Schärfe erzielt und der häufig auf der linken Seite der Mattscheibe auftretende Schleier ausgeschlossen ist. Bei reliefpolirten Objekten kann B verhältnißmäßig mehr geöffnet bleiben. Es erscheint dann auf der linken Seite des Bildkreises das Relief plastischer als rechts und in der Mitte; es ist deswegen durch geeignete Stellung der Kassette der Platte eine solche Lage zu geben, daß dieser günstigere Bildtheil abgebildet wird. (Vgl. Fig. 32 Taf. III und die Erklärung dazu).

c) Apochromat 4. Die kurze auf Anregung von A. Martens von der Firma Carl Zeiß hergestellte Konstruktion ist für Photographie im auffallenden Licht geeigneter, als die gewöhnliche mit längerer Fassung. Stellung der Blende A wie bei b). C ist bis auf eine Oeffnung von 3—4 mm Durchmesser zu schließen. B wird wie oben nach Erforderniß eingestellt.

d) Apochromat 2 (Apertur 1,3 Oelimmersion). C wird geöffnet wie bei a), Blende A etwas eingeengt wie bei b) und a); Blende B nach Maßgabe des Bildes auf der Mattscheibe eingestellt, sodaß ein vollkommen kreisförmig begrenztes und allseitig scharfes Bild erhalten wird. Arbeitet man mit engerer Blendenöffnung von C, was unter Umständen bei der Wiedergabe von zarten Reliefs (Vgl. Fig. 28. Taf. III) von Vortheil ist, so erhält man ein halbmondförmig umgrenztes Bild.

Als das höchste Maß der linearen Vergrößerung, welche man mit der oben näher beschriebenen Auswahl optischer Gläser erzielen könnte, kann man etwa 3000 bezeichnen. Man wird aber praktischer Weise 2000 nicht überschreiten. Ueberhaupt muß man bei photographischen Aufnahmen weniger mit der Vergrößerung selbst, als mit der möglichst vollkommenen Auflösung der Details und der möglichst schärfsten Wiedergabe rechnen. Mit der Vergrößerung weiter zu gehen, als es diese letzten Rücksichten unbedingt erfordern, ist ohne praktischen Werth. Aus dem gleichen Grunde empfiehlt es sich, stärkere Vergrößerungen nicht durch weite Abstände der Mattscheibe vom Okular oder durch starke Projektionsokulare, sondern durch Anwendung stärkerer Objektivsysteme zu erzielen, weil sonst wegen Lichtschwäche ein genaues Ein-

stellen des Bildes schwierig wird, und weil außerdem die Kontraste zwischen hell und dunkel zu sehr abgestumpft werden. Zum Beleg für das Gesagte sind die beiden Fig. 28 und 29 in die Taf. III aufgenommen, welche den gleichen Gegenstand, ein äußerst zartes Relief wiedergeben. Die Aufnahme geschah mit dem gleichen Objektiv (S. Erklärungen zu den Tafeln) aber mit verschiedenen Projektionsokularen P_2 und P_4; wodurch die entsprechenden Vergrößerungen 915 und 1660 erreicht wurden. Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß das Bild mit der schwächeren Vergrößerung das werthvollere ist. In der Versuchsanstalt wird eine mittlere Kammerstellung von 90 cm soweit als möglich beständig eingehalten. Man hat dabei den Vortheil, daß die Einstellung der Projektionsokulare die gleiche bleiben kann, und daß man weniger leicht späteren Zweifeln bezüglich des Maaßes der erlangten Vergrößerung ausgesetzt ist.

Die Scharfeinstellung des Bildes wird bei schwächeren Vergrößerungen zunächst auf der Mattscheibe bewirkt, worauf eine Berichtigung mit der Lupe unerläßlich ist. Bei sehr weitgehenden Vergrößerungen liefert meist die Einstellung mit dem Auge auf der Mattscheibe bessere Resultate als die mit der Lupe, weil man mit der Mattscheibe besseren Ueberblick hat und weniger leicht in den Fehler verfällt, auf bestimmte Theile des Bildes einzustellen, etwa nur auf die erhabenen oder nur auf die vertieften Flächen, sondern besser die Mitte zwischen den Extremen halten kann, soweit überhaupt die Höhenunterschiede noch gleichzeitige Aufnahme zulassen. Es dürfte hier der Ort sein, eine Erscheinung zu erwähnen, auf welche Osmond hinwies, für die es aber noch an einer Erklärung mangelt. Es liege ein Objekt vor mit erhabenen und vertieften Stellen, z. B. ein reliefpolirter oder stark geätzter Metallschliff. Seine Oberfläche sei schematisch durch Fig. 38 wiedergegeben. Nähert man dies Objekt allmählich dem Objektiv, so wird in einer bestimmten Stellung im Okular wie auf der Mattscheibe ein Bild erhalten, worin a verhältnißmäßig heller ist als b. Bei weiterem Vorrücken des Objektes werden die Lichtverhältnisse umgekehrt, b erscheint hell, a dunkler. Die Erscheinung kann geradezu benutzt werden, um nachzuweisen, welcher von den beiden Gefügetheilen a und b der vertiefte, welcher der erhabene ist. Die Helligkeitsunterschiede sind bei Beobachtung mit dem Auge erheblich kräftiger, als sie sich photographisch wiedergeben lassen, immerhin spielen sie bei Einstellung des Bildes auf der Mattscheibe eine wesentliche Rolle. Um dies zu veranschaulichen, sind die fünf Spaltbilder in Fig. 17, Taf. II hergestellt, zu welchen Folgendes als Erläuterung diene. Als Objekt ist ein in Relief polirter Puddelstahlschliff verwendet. Die Aufnahme erfolgte mit Apochromat 16 und Projektionsokular P_4 in einer 225fachen linearen Vergrößerung. Das Gefüge besteht, wie aus Spaltbild D am deutlichsten hervorgeht, aus 2 Bestandtheilen, einem erhabenen (Perlit) b und einem vertieften (Ferrit) a[1]). Die einzelnen Spaltbilder wurden bei verschiedenen Entfernungen des Objekts von der Vorderlinse des Objektivs aufgenommen, und zwar war bei Spaltbild A dieser Abstand am größten. B wurde erhalten nach Vorschieben des Objektes um 0,006 mm gegen die Vorderlinse, C nach einer gleichen Verschiebung um 0,0075 von Stellung A aus gerechnet, D und E nach einer solchen von 0,025 und 0,04 mm. In A, B, C erscheint Gefügetheil a

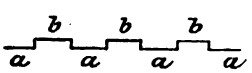


Fig. 38.

[1]) Das Lichtbild ruft den Eindruck hervor, als ob die Höhenverhältnisse umgekehrt wären, wie es meist bei Reliefabbildungen wegen der umkehrenden Wirkung des Mikroskops vorkommt. Man muß sich bei Betrachtung des Bildes an die Licht- und Schattenkanten halten. Im vorliegenden Falle ist derjenige Bestandtheil der vertieft liegende, welcher die Lichtkanten oben und rechts hat, der erhabene der, welcher die Schattenkanten oben und rechts hat.

gegenüber b heller. In Spaltbild D ist die Helligkeit der beiden Gefügetheile nahezu die gleiche. Diese Stellung ergiebt die schärfste Abbildung. In Spaltbild E erscheint a dunkler als b. Die Abbildungen C und E sind nahezu Negativ und Positiv zu einander. Innerhalb einer Objektverschiebung um etwa 0,03 mm lassen sich also Bilder mit allen Uebergangsgraden von Schärfe und mit verschiedenen Wirkungen herstellen, aber nur in einer dieser Stellungen ergiebt sich ein Bild, welches dem, was das Auge im Okular wahrzunehmen gewöhnt ist, nahe kommt. Es darf mithin die erwähnte Erscheinung bei der Scharfeinstellung des Bildes auf der Mattscheibe keineswegs außer Acht gelassen werden, wenn nicht häufige Mißerfolge erzielt werden sollen.

Es erübrigt noch, einige Bemerkungen zu denjenigen Arbeiten zu geben, welche die meiste Erfahrung erfordern, und welche, nachdem alle bisher beschriebenen Vorbereitungen sorgfältig getroffen sind, den weitaus größten Einfluß auf die Güte der erzeugten Bilder ausüben; es sind dies *Belichtung* und *Entwicklung*. Beide müssen in einem richtigen Verhältniß zu einander stehen. Wenn es auch als Thatsache anzuerkennen ist, daß ein geschickter Photograph durch geschicktes Entwickeln noch brauchbare Platten erzielen kann, selbst wenn bei deren Belichtung arg gefehlt wurde, so muß doch dabei im Auge behalten werden, daß dies eben nur *brauchbare* Platten sind, nicht aber solche, welche das Objekt am *vollkommensten* wiedergeben. Es wird sich hier empfehlen, bevor man an die Aufnahme von metallographischen Objekten herangeht, an einem genau bekannten Objekt, z. B. einer schwarzen Druckschrift auf weißem Grunde, unter Anwendung der schwächsten Vergrößerung alle photographischen Arbeiten solange einzuüben, bis man mit Sicherheit zu Kopien gelangt, welche den größtmöglichsten Kontrast zwischen hell und dunkel aufweisen.

Einige Winke betreffs Bemessung der *Belichtungszeit* werden vielleicht nützlich sein. — Bei Schätzung dieser Zeit nach der Helligkeit des Bildes auf der Mattscheibe ist leicht Täuschung möglich infolge störenden Sonnenlichts. Der Apparat ist daher möglichst so aufzustellen, daß das Licht vom Fenster nicht direkt auf die Mattscheibe fällt. Für Anfänger und auch für Geübtere in schwierigen Fällen ist die Feststellung der Belichtungsdauer mittelst Spaltbilder zu empfehlen. In der Kammer wird dicht unter der Mattscheibe eine enge schlitzförmige Blende eingeschaltet. Die Kassette (Schiebekassette) läßt man nach einander in 5 gleichweit von einander entfernte Stellungen einschnappen. Dadurch erzielt man 5 schmale Spaltbilder von genau der gleichen Stelle des Objekts auf der photographischen Platte. Diese 5 Bilder werden verschieden lang belichtet, indem man die Belichtungsdauer gesetzmäßig wachsen läßt. Während des Entwickelns der Platte erkennt man, welche Belichtungsdauer für den vorliegenden Fall die geeignetste ist, und diese wählt man dann für die endgültige Aufnahme. — Erfordert ein Objekt erheblichere Belichtungszeiten, so kann man eine Schlitzblende von größerer Breite anwenden, welche es gestattet, 2 oder 3 Aufnahmen neben einander zu machen.

Gelbe und braune Töne erscheinen dem Auge sehr hell, wirken aber auf gewöhnliche Trockenplatten nur schwach ein; es ist daher für entsprechend reichlichere Belichtung zu sorgen. Blendend weiße, namentlich bläulich schimmernde Flächen erfordern eine sehr knapp bemessene Belichtungsdauer; es kann hierbei ein Zuviel von nur wenigen Sekunden bereits schädlich wirken, wie es aus den in den Tafeln und in den Erklärungen hierzu niedergelegten Beispielen hervorgehen dürfte. Sind solche blendend weiße und dunkle Gefügetheile mit feiner Strukturzeichnung gleichzeitig im Gesichtsfeld vorhanden, so ist es nicht immer leicht, die richtige Mitte für die Belichtungsdauer zu erzielen. Unter Umständen ist dann eine Mattscheibe oder

eine Buntscheibe aus Gelbglas, Blauglas u. s. w. je nach den Farbenverhältnissen zur Dämpfung des Lichtes von Vortheil.

Bei Verwendung von Mikroplanaren ist die Belichtungszeit knapp zu bemessen, da diese Gläser große Lichtstärke besitzen. Apochromat 16 mit P_2 und Apochromat 4 mit P_2 erfordern unter sonst gleichen Umständen (Beleuchtung mit Magnesiastift, Gas und Sauerstoff vorausgesetzt) nahezu gleiche Belichtungszeit. Apochromat 2 (Apert 1,3) mit P_2 braucht unter gleichen Verhältnissen eine etwa 2,5—3 fache Belichtungsdauer wie letztere. Man darf sich aber auf diese Zahlenverhältnisse nicht ausschließlich verlassen, sondern muß beständig die Belichtungsdauer durch die bei der darauffolgenden Entwicklung beobachteten Vorgänge kontroliren. Ein Hauptfehler, in den man als Anfänger verfällt, ist das Ueberlichten, vor dem man sich nicht sorgfältig genug hüten kann. Um die Wirkung dieses Fehlers auf die Bildgüte zu zeigen, ist die Belichtungsskala Fig. 1 in Taf. II aufgenommen. Die Aufnahme erfolgte im zerstreuten Tageslicht mit Mikroplanar 70 bei 11 facher Vergrößerung. Die Belichtungszeiten betrugen bei a 30 sec., bei b 60 sec., bei c 5 min. Während der Entwicklung zeigte sich b als das am richtigsten belichtete Bild, und wurde deshalb die Entwicklung nach diesem geregelt; a ist unter-, c überlichtet. In beiden Fällen sind die Kontraste zwischen hell und dunkel geschwächt.

Ueberlichtete Negative zeigen nach der Entwicklung und nach dem Fixiren auf der Rückseite einen matt gelblich grauen Ton, welcher mit dem Grad der Ueberlichtung zunimmt. Bei stärkerer Ueberlichtung zeigen sich auch vollkommen abgeblendete Theile der Platte in der Nähe der stark belichteten Stellen dunkel; so ist z. B. bei Spaltbildern auch außerhalb des eigentlichen Bildes Lichtwirkung zu erkennen. Solche Negative sind vollkommen zu verwerfen. Schon während des Entwickelns läßt sich mit Sicherheit feststellen, ob die Platte die richtige Belichtung erhalten hat (s. weiter unten). Am empfindlichsten sind die hellspiegelnden Flächen von reliefpolirten Schliffen gegen Ueberlichtung. Letztere führt leicht dazu, daß im Bilde von den Reliefs überhaupt nichts mehr zu sehen ist. Bei Abbildung geätzter Schliffe, die nur wenig Licht zurückstrahlen, muß die Belichtungsdauer entsprechend vergrößert werden.

Das Entwickeln erfolgt in der Versuchsanstalt mittelst Eikonogen-Hydrochinonentwickler von folgender Zusammensetzung:

Lösung I:

900 g heißes destillirtes Wasser,
100 g Natriumsulfit,
16 g Eikonogen,
4 g Hydrochinon.

Lösung II:

200 g destillirtes Wasser,
40 g Pottasche.

Zum Gebrauch werden 90 ccm von Lösung I vermischt mit 20 ccm von Lösung II, worauf schließlich etwa 7 Tropfen einer Lösung von gelbem Blutlaugensalz (1 : 10) und 3 Tropfen einer Bromkalilösung (1 : 10) hinzugefügt werden. — Da die Wirkung des Entwicklers stark mit der Wärme schwankt, ist es vortheilhaft, eine Einrichtung zu treffen, mittelst deren die Entwicklerflüssigkeiten beständig auf gleicher Wärme erhalten werden (z. B. 20 C°). Andernfalls muß der verschiedenen Wärme im Sommer und im Winter Rechnung getragen werden. Es kann dies auf zweierlei Weise geschehen; entweder man bemißt im Sommer die Belichtungszeit etwas knapper als im Winter, oder man behält die gleichen Belichtungszeiten bei und dämpft die Wirkung des Entwicklers im Sommer durch Zusatz

größerer Mengen gebrauchten Entwicklers oder von Bromkali, während man im Winter weniger davon zufügt. — Der frische nach obigen Vorschriften zubereitete Entwickler ist in den meisten Fällen zu kräftig; man arbeitet daher in der Regel mit $^1/_4$—$^1/_3$ Zusatz gebrauchter Entwicklungsflüssigkeit. Man geht am sichersten, wenn man die Entwicklung mit schwachem Bad beginnt und allmählich nach Bedarf, falls das Bild zu langsam erscheint, frischen Entwickler zusetzt. Der alte Entwickler vom vorhergehenden Tag ist in einem hohen Standglas (nicht in flachen Gefäßen) aufzubewahren. Zur richtigen Leitung der Entwicklung bedarf es einer genauen Kenntniß des wiederzugebenden Gefügebildes. Von der Entwicklung hängt die naturgetreue Wiedergabe der Töne ab; man kann dabei Lichtunterschiede übertreiben und auch solche zurücktreten lassen. Die Ausführung dieser Arbeit wird daher besser nicht einem Gehilfen überlassen, sondern vom Metallographen selbst ausgeführt. — Während des Vorgangs der Bildentwicklung richtet man sich nach den hellsten Stellen des Objektes, welche auf der Kopie rein weiß bleiben sollen. Diese Stellen treten auf dem Negativ zuerst als schwarze Flächen auf. In der Versuchsanstalt wird in der Regel so verfahren, daß bei Anwendung obiger Entwicklermischung die Belichtungszeit so bemessen wird, daß diese schwarzen Flächen nicht vor der ersten Minute erscheinen, sich aber innerhalb der zweiten ausbilden. Zur Beurtheilung der Zeit dient eine außerhalb der Dunkelkammer angebrachte Schwarzwälder Uhr, welche alle Minuten schlägt. Innerhalb der ersten 2 Minuten kann man bereits schätzen, ob das Bild die richtige Belichtung erhalten hat oder nicht. Erscheint es zu rasch, so hat Ueberlichtung stattgefunden. Kommt es erst nach der 2. Minute, so kann es durch länger fortgesetztes Entwickeln vielfach noch befriedigend fertiggestellt werden; es ist aber zu rathen, bei Wiederholung die Belichtung etwas länger währen zu lassen. — Bei weiterer Entwicklung werden nun die schwarzen Flächen dichter, tiefschwarz. Man darf aber ja den Vorgang nicht unterbrechen, wenn die Platte ungefähr dieselben Unterschiede in den Lichtern zeigt, wie man sie hinterher vom Abzug wünscht; denn durch das darauffolgende Fixiren gehen die Töne ganz erheblich zurück. Man überzeugt sich in der Durchsicht von der Dichte der schwarzen Stellen durch Hinterhalten des Fingers. Es spielt hier natürlich die Art der Beleuchtung der Dunkelkammer mit, so daß man bestimmte Regeln nicht aufstellen kann. — Die Dauer der Entwicklung schwankt unter den beschriebenen Verhältnissen zwischen 4 und 10 Minuten. Darüber hinaus dürfte kein Erfolg mehr erzielt werden. Bei richtig bemessener Belichtung ist ein längeres Entwickeln weniger schädlich als ein zu kurzes. Bei überlichteten Platten aber handelt es sich darum, möglichst genau den Zeitpunkt zum Abbrechen des Entwickelns festzustellen, wenn nicht die Arbeit ein vollkommener Mißerfolg werden soll. Immer stehen aber solche Bilder in Bezug auf Schärfe der Wiedergabe und Schärfe der Kontraste solchen mit regelrechter Belichtung nach. (Vgl. hierzu Fig. 1 Taf. II.)

Zum Fixiren ist eine Lösung von 500 g unterschwefligsaurem Natron in 1000 g Wasser brauchbar. Beachtenswerth ist eine Vorschrift von Dr. E. Vogel[1]), nach der zum Fixiren 2 Bäder verwendet werden, das erstere bestehend aus schon in Gebrauch gewesener, das letztere aus frischer Lösung. Im Interesse der Haltbarkeit der Platten ist die Fixirzeit nicht zu kurz zu bemessen, etwa 10 Minuten.

Das Kopiren geschieht in der Versuchsanstalt ausschließlich auf Celloïdinpapier. Es erfordert dasselbe für die vorliegenden Zwecke verhältnißmäßig dichte Platten, weit dichter als Photographen bei ihren Arbeiten zu erzeugen gewöhnt sind. Zu dünne Platten geben leicht Mißtöne.

[1]) Photogr. Mitt. 1897, Heft 1 S. 6.

Zum Schluß sei noch ein Wort gesagt über die Stellung, welche der Handzeichnung und die, welche der photographischen Abbildung bei metallographischen Arbeiten einzuräumen ist. Man würde ebenso einseitig handeln, wollte man die Handzeichnung gänzlich verpönen, wie wenn man die Verwendung der Photographie ausschließen wollte. Kein Mittel ist besser geeignet, als die Handzeichnung nach dem mikroskopischen Bilde, um den Mikroskopiker in alle Feinheiten seines Beobachtungsgegenstandes zu versenken. Bei der Zeichnung kommt es dabei durchaus nicht auf Geschicklichkeit und Schönheit der Ausführung, sondern vielmehr darauf an, daß der zeichnende Mikroskopiker sich eine ganz klare Vorstellung von seinem Objekt gemacht hat und daß seine Zeichnung verständlich und so ist, daß er jeden Strich begründen kann. Die Handzeichnung ist vollkommen unersetzlich in Fällen, wo es sich darum handelt in Abbildungen kleineren Maßstabes, welche einen größeren Theil des Objektes darstellen lassen, bestimmte Einzelheiten einzutragen, deren genauere Eigenthümlichkeiten sich erst bei stärkeren Vergrößerungen, also kleinem Gesichtsfeld, erkennen lassen. — Die photographische Abbildung auf der anderen Seite hat den Vortheil, daß sie gewissermaßen ein Aktenstück über die gemachte Beobachtung bildet, welches, vorausgesetzt, daß die Wiedergabe eine vollkommene war, auch dann noch seinen Werth behält, wenn der Beobachter im Laufe der Zeit durch weitergehende Beobachtungen gezwungen ist, seine Ansicht über gewisse Erscheinungen zu ändern. Die Handzeichnungen werden in einem solchen Falle werthlos, da sie den früheren Standpunkt ausschließlich wiedergeben. Es folgt daraus von selbst, daß bei wissenschaftlichen Veröffentlichungen der photographischen Wiedergabe das weiteste Feld geöffnet wird. Eine gänzlich objektive Wiedergabe ist freilich das photographische Bild auch nicht, da ja während des Entwickelns der Platte so manches vom Willen des Arbeitenden abhängt, und auch sonst reichlich Gelegenheit vorhanden ist zu photographischen Fehlern, die u. U. recht falsche Vorstellungen von der Art des Objektes hervorzurufen geeignet sind. Schließlich darf man aber das photographische Verfahren auch nicht etwa ausschließlich als Mittel zur Reproduktion betrachten, sondern es vermag dasselbe z. B. bei Aufnahme einer und derselben Stelle eines Objektes nach verschiedenen Behandlungen einen unersetzbaren Theil des Untersuchungsverfahrens auszumachen.

Daß natürlich alle Ausbesserungen an Negativen, Retouchiren, örtliche Verstärkungen und Abschwächungen zu den durchaus verpönten Mitteln zu rechnen sind, ist selbstverständlich. Solche Abbildungen besitzen keinen wissenschaftlichen Werth.

Auch leiden photographische Abbildungen an Werth, wenn sie ohne genaue Angabe über die besonderen Umstände bei der Aufnahme und Herstellung des Negativs veröffentlicht werden. Von Wichtigkeit sind folgende Angaben: Lineare Vergrößerung, Art des Objektivs und Okulars, Art der Platte, Beleuchtungsart, Art des Lichtfilters.

In den beigefügten Tafeln sind verschiedene Abbildungen wiedergegeben, welche bestimmt sind, dem in das Gebiet der Metallographie Eintretenden einige Fingerzeige zu geben. In den Erklärungen sind die nöthigen Angaben über die Umstände bei der Aufnahme und bei der Behandlung der Platte niedergelegt und außerdem ist darauf aufmerksam gemacht, wo der Fehler zu suchen ist, welcher der Abbildung anhaftet. Die gegebenen Erläuterungen sind allerdings auf Grund der vorliegenden Photographien gemacht, und es ist leider anzunehmen, daß durch den Druck eine vorher unberechenbare Fehlerquelle hinzutritt, welche die Anschaulichkeit der Abbildungen herunterdrückt.

Erläuterungen zu den Tafeln.

Abkürzungen:

V = lineare Vergrößerung.
S-G = gewöhnliche Trockenplatte von Schüler & Günther.
Eo = Eosinplatte von Obernetter.
Tl = Beleuchtung durch zerstreutes Tageslicht.
M = Beleuchtung mit Magnesiastift und Wolzbrenner für Leuchtgas und Sauerstoff.
pr = Beleuchtung durch Prisma oberhalb des Objektivs.
$pl_{0,5}$ = Beleuchtung durch Planparallelglas von 0,5 mm Dicke.
Obj. = Objektiv. } Die darauffolgende Zahl giebt die Brennweite in mm an.
Mier. = Microplanar. }
Apo = Apochromat. " " " " " " " " "
Apert. = Apertur.
H.I = Homogene Immersion.
P_2, P_4 = Projektionsokular P_2 oder P_4.
K = Kammerstellung in cm (Bildabstand vom Okular).
Tb = Tubuslänge in mm.

Die Dauer der Belichtung und Entwicklung ist durch Bruchzahlen angegeben, deren Zähler der ersteren und deren Nenner der letzteren entspricht.

Fig. 1.

Druck auf gewöhnlichem Druckpapier. V = 11. S-G. Tl. Micr. 75. K. 90.

a: $\frac{30 \text{ sec.}}{8 \text{ min.}}$ b: $\frac{1 \text{ min.}}{8 \text{ min.}}$ c: $\frac{5 \text{ min.}}{8 \text{ min.}}$

a zu kurz, c zu lang, b richtig belichtet.

Fig. 2–7.

Kohlenstoffarmes Flußeisen, gegossen. Polirt auf Tuch. S-G. M. Micr. 35. K. 90.

Fig. 2. $pl_{0,5}$. V = 26. $\frac{45 \text{ sec.}}{7 \text{ min.}}$

Fig. 3. pr. V = 27. $\frac{3 \text{ sec.}}{9 \text{ min.}}$

Belichtung bereits etwas zu stark. Aus dem Vergleich der Belichtungszeiten in Fig. 2 und 3 geht hervor, wie erheblich die Lichtverluste durch pl. gegenüber pr. sind. Da für das vorliegende stark lichtspiegelnde Objekt die große Lichtstärke ungünstig ist, mußte zur Dämpfung des Lichtes gegriffen werden.

Fig. 4. Zettnowfilter. pr. V = 27. $\frac{4 \text{ min.}}{8 \text{ min.}}$

Fehlerhaft sind die Striemen und Flecke im Bilde, welche von der zwischen Beleuchtungslinse L und Wolzbrenner eingeschalteten Schutzplatte aus Glimmer herrühren. Sonst ist die Aufnahme besser als Fig. 3, weil die Beleuchtung weniger grell war.

Fig. 5. Zettnowfilter. pr. V = 27. $\frac{3^1/_2 \text{ min.}}{8 \text{ min.}}$

Um den Fehler in Fig. 4 zu beseitigen, wurde die Glimmerplatte entfernt. Belichtung deswegen etwas kürzer gewählt.

Fig. 6. Mattes Glas in Blende B. pr. V. = 27. $\frac{30 \text{ sec.}}{7 \text{ min.}}$

Bei der Entwicklung stellte es sich heraus, daß die Belichtungszeit besser kürzer bemessen wird, nämlich

Fig. 7. Wie Fig 6. $\frac{20 \text{ sec.}}{7 \text{ min.}}$

Wie erwartet, wurde hierdurch eine Verbesserung des Bildes erzielt.

Die in Fig. 7 eingehaltenen Bedingungen sind für das vorliegende Objekt bei Verwendung von Micr. 35 und pr die günstigsten.

Fig. 8—10.

Objekt wie in Fig. 2—7. S-G. M. Obj. 35. K. 90.

Fig. 8. $pl_{0,5}$. V = 28. $\frac{40 \text{ sec.}}{8 \text{ min.}}$

Fig. 9. pr. V = 29. $\frac{10 \text{ sec.}}{10 \text{ min.}}$

Die Verhältnisse sind richtig gewählt; es zeigt sich wieder der Fehler wie in Fig. 4, aber schwächer. Vergleicht man die Belichtungszeiten in Fig. 9 und Fig. 3, so zeigt sich die erheblich größere Lichtstärke von Micr. 35 gegenüber Obj. 35, was aber im vorliegenden Falle nicht als Vortheil zu Tage tritt.

Fig. 10. Mattes Glas in Blende B. V = 29. $\frac{30 \text{ sec.}}{10 \text{ min.}}$

Beste Aufnahme des vorliegenden Objekts. Scharfe Kontraste und scharfe Umgrenzung der Gefügetheile. Aus den Fig. 2—10 geht hervor, daß für die Aufnahme des hier vorliegenden Objektes Obj. 35 gegenüber Micr. 35 bessere Ergebnisse liefert. Es zeigt sich auch, daß hierbei der Beleuchtung mit pr (gedämpft durch Mattglas) gegenüber der mit pl der Vorzug zu geben ist.

Fig. 11—14.

Schienenstahl, Aetzung mit Kupferammonchlorid. S-G. — M. K. 90.

Fig. 11. Obj. 35. pr. V = 29. $\frac{40 \text{ sec.}}{6 \text{ min.}}$ Aufnahmeverhältnisse richtig gewählt.

Fig 12. Micr. 35. pr. V = 27. $\frac{30 \text{ sec.}}{8 \text{ min.}}$ Durch die geringere Belichtungszeit wurde der größeren Lichtstärke des Micr. 35 Rechnung getragen. Aufnahmeverhältnisse richtig. Um einen Vergleich mit Fig. 11 zu ermöglichen, wurde in beiden Fällen die rechte Hälfte des Bildkreises ausgeschnitten. Es zeigt sich in Fig. 12 rechts ein Schleier, welcher nur durch weitere Einengung des Gesichtsfeldes zu entfernen gewesen wäre. Daraus folgt, daß Micr. 35 in Verbindung mit pr. weniger gut arbeitet als Obj. 35.

Fig. 13. Obj. 35. $pl_{0,5}$. V = 28. $\frac{50 \text{ sec.}}{11 \text{ min.}}$

Fig. 14. Micr. 35. $pl_{0,5}$. V = 26. $\frac{40 \text{ sec.}}{9 \text{ min.}}$

Aus Fig. 13 und 14 ergeben sich keine wesentlichen Unterschiede in der Wirkung der beiden Gläser. Dagegen zeigen die Fig. 13 und 14 im Vergleich zu den Fig. 11 und 12 weit geringere Kontraste, was auf Rechnung der starken Lichtschwächung durch das pl. zu stellen ist. Dies fällt namentlich bei Aetzungen ins Gewicht und zwar um so mehr, je rauher durch dieselbe die Oberfläche geworden ist, um so weniger also Licht an und für sich zurückgespiegelt wird.

Fig. 15 und 16.

Objekt wie bei Fig. 11—14. V = 50. S-G. M. Obj. 35. K. 168,5.

Fig. 15. $pl_{0,5}$. $\frac{1 \text{ min.}}{10 \text{ min.}}$ Die beiden Aufnahmen a und b erfolgten in den beiden äußersten Endstellungen des Objektes, welche eben noch leidlich scharfe Bilder auf der Mattscheibe ergeben. Aufnahme b wurde gemacht nach Vorschieben des Objektes aus Stellung a um $6^3/_4$ mm.

Fehler: Ausgesprochener Astigmatismus wegen zu großer Dicke von pl. Es wurde daher

Fig 16 mit einem pl. von der Dicke eines gewöhnlichen Deckglases hergestellt. $\frac{80 \text{ sec.}}{9 \text{ min.}}$ Die linke Hälfte dieser Figur entspricht genau der gleichen Stelle des Objektes, welche in Fig. 15 a und b zur Abbildung gelangte. Der Astigmatismus ist erheblich herabgedrückt.

Fig. 17. A—E.

Puddelstahl auf Gummi reliefpolirt. Gefügetheil a vertieft, b erhaben. V = 225. S-G. M. pr. Apo 16. P_4. K. 90. Tb. 167.

A: Anfangsstellung des Objektes in der größten Entfernung vom Objektiv: unscharf; a heller als b.

B: Objekt aus Anfangsstellung um 0,006 mm vorgerückt: etwas schärfer; a heller als b.

C: „ „ „ „ 0,0075 „ „ „ „ „ „ „ „

D: Objekt aus Anfangsstellung um 0,025 mm vorgerückt: schärfste Abbildung; a und b nahezu gleichhell.
E: „ „ „ „ 0,04 „ „ unscharf; a dunkler als b.
C kann als Negativ zu E betrachtet werden.

Es soll durch Fig. 17 gezeigt werden, daß innerhalb einer Objektverstellung von 0,04 mm = 4 Theilen der Mikrometerschraube der Feinverstellung des Objekttisches Aufnahmen von verschiedenem Grade der Schärfe und vor allem von verschiedenster Lichtwirkung erzielt werden können.

Fig. 18—20.

Bronze, in verdünntem Gemisch von Salz- und Salpetersäure geätzt. V = 365. M. pr. Apo 4. P_2. K. 90. Tb. 167.

Fig. 18. Eo. Ohne Zwischenschaltung eines Lichtfilters. $\frac{30\text{ sec.}}{8\text{ min.}}$

Fig. 19. S-G. Mit Zwischenschaltung eines blauen Glases. $\frac{3\text{ min.}}{6\text{ min.}}$

Fig. 20. S-G. „ „ „ Zettnowfilters. $\frac{15\text{ min.}}{9\text{ min.}}$

Die abgebildete Stelle ist in allen 3 Fällen genau die gleiche.

Fig. 21—23.

Kohlenstoffarmes Martinflußeisen, gewalzt. Perlit. Polirt auf Gummi mit Roth und Süßholzextrakt. V = 1650. Eo. M. pr. Apo 2 (Apert. 1,3; H.I). P_4. K. 90. Tb. 167.

Fig. 23. $\frac{95\text{ sec.}}{10\text{ min.}}$: etwas zu wenig belichtet.

Fig. 22. $\frac{3\text{ min.}}{6\text{ min.}}$: zu stark belichtet.

Fig. 21. $\frac{2^1/_2\text{ min.}}{6\text{ min.}}$ richtig belichtet.

Der Einfluß der Belichtungszeit ist deutlich zu erkennen, wenn er auch hier, wo die Belichtungsdauer an und für sich groß ist, nicht so stark ins Gewicht fällt, wie in Fällen mit sehr kurzer Belichtungszeit.

Fig. 24 und 25.

Objekt wie bei Fig. 21—23. Andere Stelle. V = 1650. M. pr. Apo 2 (Apert. 1,3. H.I). P_4. K. 90. Tb. 167.

Fig. 24. S-G. $\frac{3\text{ min.}}{6\text{ min.}}$

Fig. 25. Eo. $\frac{3\text{ min.}}{7\text{ min.}}$

Bei dieser starken Vergrößerung giebt die Eosinplatte ein besseres Bild.

Fig. 26 und 27.

Sehr reines gegossenes Flußeisen, schwach mit Süßholzextrakt auf Gummi anpolirt. Das Objekt zeigte äußerst schwache bräunliche Zeichnung auf gelblichem Grund. V = 665. S-G. M. pr. Apo 4. P_4. K. 90. Tb. 167.

Fig. 26. Ohne Lichtfilter. $\frac{2\text{ min.}}{4\text{ min.}}$

Fig. 27. Mit Zettnowfilter. $\frac{30\text{ min.}}{8\text{ min.}}$

In diesem Falle ergab demnach die Aufnahme mit Lichtfilter das bessere Resultat.

Fig. 28 und 29.

Objekt wie bei Fig. 21—23. Eo. M. pr. Apo 2 (Apert. 1,4. H.I). K. 90. Tb. 167.

Fig. 28. V = 915. P_2. $\frac{90\text{ sec.}}{6\text{ min.}}$

228223

Fig. 29. V = 1660. P_4. $\frac{2 \text{ min.}}{8 \text{ min.}}$

Die beiden Beispiele sollen zeigen, daß der Werth nicht in der möglichst starken Vergrößerung liegt, sondern daß unter Umständen eine Aufnahme mit geringerer Vergrößerung ein anschaulicheres Bild liefert.

Fig. 30 – 35.

Diese Bilder stellen Aufnahmen mit verschiedenen Objekten unter normalen Verhältnissen dar und sollen als Anhalt für die Wahl der Belichtungs- und Entwicklungszeiten bei Anwendung der verschiedenen optischen Gläser dienen.

Fig. 30. Bronze in Ammoniak geätzt. V = 123. S-G. M. pr. Apo 16. P_2. K. 90. Tb. 167. $\frac{30 \text{ sec.}}{8 \text{ min.}}$

Fig. 31. Schienenstahl in Kupferammonchlorid geätzt. V = 123. Eo. M. pr. Apo 16. P_2. K. 90. Tb. 167. $\frac{40 \text{ sec.}}{8 \text{ min.}}$

Die längere Belichtung gegenüber Fig. 30 wurde bedingt durch die geringere Helligkeit des Objektes. Die Eosinplatte wurde verwendet wegen der theilweise auftretenden gelblichen Töne, welche sonst bei Anwendung gewöhnlicher Trockenplatten fast ebenso dunkel erschienen wären, wie der schwarze Gefügetheil.

Fig. 32. Herdfrischstahl von Gebr. Böhler, gehärtet. Polirt auf Gummi mit Roth und Süßholzextrakt. V = 123. S-G. M. pr. Apo 16. P_2. K. 90. Tb. 167. $\frac{30 \text{ sec.}}{10 \text{ min.}}$ Das Bild ist etwas außerhalb der Mitte der Mattscheibe nach links zu entnommen, wodurch das Relief plastischer hervortritt, als wenn es vorwiegend durch die senkrecht auftreffenden axialen Strahlen erzeugt worden wäre.

Fig. 33. Ofensau, geätzt mit 10procentiger Salpetersäure. V = 365. S-G. M. pr. Apo 4. P_2. K. 90. Tb. 167. $\frac{40 \text{ sec.}}{4 \text{ min.}}$

Fig. 34. Puddeleisen, feinkörnig. Reliefpolirt auf Gummi. V = 665. S-G. M. pr. Apo 4. P_4. K. 90. Tb. 167. $\frac{1\frac{1}{2} \text{ min.}}{7 \text{ min.}}$

Fig. 35. Mittelhartes Thomasflußeisen, gegossen. Geätzt mit Kupferammonchlorid. Grenze zweier Ferritkrystalle. V = 1650. Eo. M. pr. Apo 2 (Apert. 1,3. H.I). P_4. K. 90. Tb. 167. $\frac{3 \text{ min.}}{10 \text{ min.}}$

---

2. Ueber die Feststellung der Temperatur, bei der Ceresin und Paraffin ihren Aggregatzustand ändern.

Vom Direktor geheimen Bergrath Professor Dr. Finkener.

Eine chemisch reine Substanz zeigt eine scharfe Temperaturgrenze zwischen flüssig und fest. Bei dieser Grenztemperatur bleibt der Körper, wenn er theils flüssig, theils fest ist (z. B. ein Gemisch von Eis von 0 C° und Wasser von 0 C°) so lange in diesem Zustand, als weder Wärmezufuhr noch -abfuhr stattfindet; bei der geringsten dauernden Temperaturänderung wird er in der ganzen Masse entweder flüssig oder fest.

Bei einem Gemisch von zwei chemisch reinen, ähnlichen, nicht aufeinander einwirkenden Substanzen wird es zwei Temperaturgrenzen geben, eine, der Schmelzpunkt des niedriger schmelzenden Bestandtheils, unterhalb derselben das ganze Gemisch fest ist, und eine zweite, der Schmelzpunkt des höher schmelzenden Bestandtheils, oberhalb derselben das ganze Gemisch flüssig ist. Zwischen diesen beiden Grenzen ist der Zustand des Gemisches nur insofern verschieden, als sich die Zähigkeit des geschmolzenen Bestandtheils und die Festigkeit des erstarrten ändern. Bei langsamer Zufuhr von Wärme zu dem ganz erstarrten Gemisch wird die Zunahme der Temperatur bei beiden Punkten eine Zeit lang = Null sein.

Liegt ein Gemisch von zwei chemisch reinen ähnlichen Substanzen vor, die insofern auf einander wirken, als die eine, wenn geschmolzen, von der anderen noch festen Etwas auflöset, so sind die beiden Grenzen, zwischen denen die Substanz weder ganz fest noch flüssig ist, noch die Schmelzpunkte der beiden Bestandtheile, aber innerhalb dieser Grenzen geht die Beschaffenheit der Substanz allmählich von fest in flüssig über.

Reicht die Menge des niedriger schmelzenden Bestandtheils aus, den höher schmelzenden noch festen zu lösen, so wird bei langsamer Zufuhr von Wärme die Temperatur beim Schmelzpunkt des niedriger schmelzenden Bestandtheils zwar eine Zeit lang konstant bleiben, aber der Schmelzpunkt des höher schmelzenden wird sich nicht bemerklich machen. Nur wird bei der Temperatur, bei der die Auflösung des festen Bestandtheils beendet wird, ein Sprung in der Schnelligkeit der Temperatursteigerung stattfinden.

Wirken die beiden chemisch reinen Körper aufeinander ein, so verschwindet der eine, oder alle beide, und es treten statt ihrer die neu entstehenden Körper mit anderen Schmelzpunkten auf, wie z. B. bei Fettsäuren, bei Metall-Legirungen.

Sind Gemische vorhanden aus vielen chemisch reinen, ähnlichen, höchstens lösend aufeinander wirkenden Körpern, so kann ein Stagniren der Temperatur bei langsamer Wärmezufuhr so sehr abnehmen, daß es schwer zu beobachten ist.

Soll in derartigen Fällen über die Temperatur, bei der eine Aenderung des Aggregatzustandes stattfindet, Etwas ausgesagt werden, so wird zweckmäßig die Temperatur ermittelt, bei der die Substanz unter bestimmten Verhältnissen tropft. Diese Temperatur, der Tropfpunkt, hängt allerdings von den Umständen ab, aber nicht in dem Maße, daß sich die Schwankungen nicht auf einfache Weise auf einen geringen Umfang zurückführen ließen.

Nach mehrfachen Versuchen habe ich für die Bestimmung des Tropfpunktes bei Paraffin und Ceresin für zolltechnische Zwecke folgende Vorschriften vorgeschlagen:

Der Tropfpunkt ist diejenige Temperatur, bei welcher ein an einem Glasstabe von 3 mm Dicke hängender Tropfen der zu untersuchenden Masse beim langsamen Erwärmen in einem nicht luftdicht verschlossenen, 30 mm weiten, 250 mm hohen Reagensglase abfällt.

Für die Feststellung des Tropfpunktes ist das Reagensglas zu $^4/_5$ in Wasser einzutauchen, dessen Temperatur von Minute zu Minute um 1 C° steigt. Neben dem Glasstab ist das Thermometer in der Weise anzubringen, daß sein Gefäß sich in gleicher Höhe mit dem Tropfen 30 mm vom Boden des Glases befindet.

Die Größe des Tropfens ist bei der Herstellung durch etwa 10 mm tiefes Eintauchen des Stabes in die auf einem Wasserbade schmelzende Masse so zu bemessen, daß der erstarrende Tropfen unter der ebenen Endfläche des Stabes nahezu eine Halbkugel bildet. Wenn nöthig, wird das Eintauchen wiederholt.

Inwieweit den angegebenen Zahlen genügt werden muß, zeigen folgende Versuche[1]).

Tropfpunkt von Ceresin, gewonnen aus Ozokerit.

A. Glasstab parallel dem Thermometer, beide in der gleichen durch die Axe des Reagensglases gelegten Ebene.

[1]) Dieselben sind von Herrn Dr. Haack ausgeführt.

a) Stab und Thermometer in gleicher Entfernung von der Axe.

1. Reagensglasweite: 26 mm und 50 mm. Stabdurchmeſſer 3 mm.

26 mm	50 mm
74,7	75,0
75,2	74,7
75,2	75,0
74,7	74,7
Mittel = 75,0	74,9

2. Stabdurchmeſſer: 3 mm und 6 mm. Reagensglasweite 30 mm.

3 mm	6 mm
75,1	74,7
75,0	75,7
74,7	75,2
74,8	74,7
Mittel = 74,9	75,1

b) Stab und Thermometer in ungleicher Entfernung von der Axe (Durchmeſſer des Glasſtabes und Weite des Reagensglaſes nach Vorſchrift).

Thermometer in der Axe	Glasſtab in der Axe
74,3	75,2
74,4	75,3
74,7	75,3
74,4	75,3
Mittel = 74,5	75,3

B. Glasſtab als Verlängerung des Thermometers. Alles Andere nach Vorſchrift.

in der Axe	außerhalb der Axe
75,0	75,3
74,7	75,2
74,7	74,8
75,2	74,8
Mittel = 74,9	75,0

C. Reagensglas nur bis zur halben Höhe im Waſſerbade. Alles Uebrige nach Vorſchrift.

74,9
75,1
74,8
75,3
Mittel = 75,0

D. Verſchiedene Thermometer und verſchiedene Temperaturſteigerung. Sonſt alles nach Vorſchrift.

a) Das für die vorigen Verſuche angewandte Thermometer mit cylindriſchem Gefäß. Die Temperatur ſteigt in 1 Minute

um $\frac{1}{2}$ C°	1 C°	$1\frac{1}{2}$ C°	2 C°
75,1	75,0	74,6	74,1
74,7	74,8	74,8	74,5
75,0	75,1	74,4	74,3
74,8	74,7	74,6	74,3
Mittel = 74,9	74,9	74,6	74,3

b) Thermometer mit kugeligem Gefäß, aber mit ungefähr gleicher Quecksilbermenge. Die Temperatur steigt in 1 Minute

	um ½ C°	1 C°	1½ C°	2 C°
	74,5	74,0	74,0	73,3
	74,4	74,4	73,8	73,5
	74,2	74,1	74,1	73,6
	74,5	74,3	73,7	73,2
Mittel	= 74,4	74,2	73,9	73,4

c) Thermometer mit cylindrischem Gefäß und mit etwa der 4 fachen Quecksilbermenge. Die Temperatur steigt in 1 Minute um 1 C°.

	75,1
	74,7
	74,8
	74,9
	74,9
Mittel	= 74,9

Andere Ceresinproben, wie auch verschiedene Paraffine zeigten bei wiederholten Bestimmungen des Tropfpunktes keine größeren Abweichungen, als sie bei den mitgetheilten auf ganz gleiche Weise ausgeführten Versuchen vorkommen.

---

3. Die neuen Anleitungen zur Untersuchung der Mineralöle und des Ceresins für die zollamtliche Abfertigung.

Vom Vorsteher der Abtheilung für Oelprüfung Dr. D. Holde.

(Fortsetzung von S. 43.)

Die Untersuchung des Ceresins[1]).

Ueber die Untersuchung des Ceresins sagen die neuen zollamtlichen Vorschriften Folgendes aus:

„Anmerkung. Für die Unterscheidung des lediglich aus Ozokerit hergestellten Ceresins von dem mit Paraffin versetzten Ceresin ist der Tropfpunkt der Masse maßgebend. Liegt dieser über oder bei 66 C°, so ist die Masse als lediglich aus Ozokerit hergestelltes Ceresin anzusprechen; liegt er dagegen unter 66 C°, so ist die Masse als mit Paraffin versetztes Ceresin zu behandeln.

Der Tropfpunkt ist derjenige Wärmegrad, bei welchem ein an einem Glasstabe von 3 mm Dicke hängender Tropfen der zu untersuchenden Masse beim langsamen Erwärmen in einem nicht luftdicht verschlossenen, 30 mm weiten, 250 mm hohen Reagensglase abfällt.

Für die Feststellung des Tropfpunktes ist das Reagensglas zu ⅘ in Wasser einzutauchen, dessen Wärme von Minute zu Minute um 1 C° zum Steigen zu bringen ist. Neben dem Glasstab ist das Thermometer in der Weise anzubringen, daß die Kugel in gleicher Höhe mit dem Tropfen 30 mm vom Boden des Glases sich befindet.

Die Größe des Tropfens ist bei der Herstellung durch etwa 10 mm tiefes Eintauchen des Stabes in die auf einem Wasserbade schmelzende Masse so zu bemessen, daß der

[1]) Diese Abhandlung war bei Eingang der vorstehenden Arbeit von Geheimrath Finkener bereits gesetzt; sie ist hier als Ergänzung dazu zum Abdruck gebracht. Der Redakteur.

erstarrende Tropfen unter der ebenen Endfläche des Stabes nahezu eine Halbkugel bildet. Wenn nöthig, wird das Eintauchen wiederholt.

Die Feststellung des Tropfpunktes ist stets durch Sachverständige zu bewirken."

Die in vorstehender Vorschrift zum Ausdruck gelangende Annahme, daß der Schmelz- bezw. Tropfpunkt zur Unterscheidung von reinem Ceresin und Paraffin bezw. Mischungen von Ceresin und Paraffin diene, kann Mißdeutungen veranlassen. Man kann nämlich zahlreiche Mischungen von Ceresin und verschiedenen Paraffinen mit beliebigen Tropfpunkten bis erheblich über 66 C° herstellen. Auch Mischungen von reinem Ceresin und Carnaubawachs können weit über 66 C° liegende Tropfpunkte haben. Gegenwart von Paraffin, welches meist dem zu raffinirenden Carnaubawachs der besseren Raffination wegen hinzugefügt wird, verhindert ebenso wenig wie die den Carnaubawachsmischungen zugesetzten Mengen Paraffin, daß die Tropfpunkte dieser Mischungen über 66 C° liegen (s. Tab. 2 und 3). Ferner giebt es reine Paraffine, welche

Tabelle 2. **Tropfpunkte von Ceresin und Mischungen von Ceresin und Paraffin.**

Herkunft der Ceresine	Bezeichnung der Ceresinproben	Tropfpunkt C° der unvermischten Ceresinproben	Mischungen mit Paraffin vom Schmelzpunkt 33,5 C°, Menge des hinzugefügten Paraffins 5%	Mischungen mit Paraffin vom Schmelzpunkt 33,5 C°, Menge des hinzugefügten Paraffins 20%	Mischungen mit Paraffin vom Schmelzpunkt 52—53 C°, Menge des hinzugefügten Paraffins 75%	Bemerkungen
Der Anstalt eingesandte Ceresine, bei der Prüfung als frei von verseifbarem Fett befunden.	Ceresin Riedel	77,3 | 77,6	75,6 | 76,4	73,2 | 74,3 — 74,2 | 74,7	—	Dieses Ceresin soll mit Paraffin verfälscht sein. Andere Verfälschungen nicht nachweisbar.
	I Ceresin Henschel, garantirt rein	73 | 74	72 | 72,6 — 72,5 | 72,7	70,2 | 70,7 — (67,7) | (69,7)	66,7 | 66,0 | (60,6) — 66,9 | 66,3 | (62,1) — 65,9 | 67,0 | (62,2) — 66,6 | 68,2 | (63,5) — 65,7 [69,7] — 65,9 [über 80]	Eine mit 50% Paraffin vom Schmelzpunkt 52 bis 53 C° versetzte Probe ergab folgende Tropfpunkte: 68,8 | 69,1 — 68,3 | 69,0 — 69,9 | 68,8
	Ceresin II garantirt rein	73,3 | 73,8 — 73,6 | 73,9	—	—	66,9 | 65,8 — 67,8 | 66,4 [über 80] — 66,3 | 66,7 [über 80] — 66,6 | [über 80] — 66,7 | [desgl.]	—
In der Anstalt aus reinem Kohgoleritt hergestellte Ceresine.	III	56,8 | 56,9 — 56,4 | 56,5	—	51,2 | 51,6	—	—
	IV	61,6 | 62,0 — 61,6 | 61,8	—	57,4 | 57,7	—	—

Je 2 durch } verbundenen Werthe sind bei gleichzeitiger Prüfung in demselben Reagensglas ermittelt worden.

Tabelle 3. Tropfpunkte von Mischungen aus Ceresin, Paraffin und raffinirtem paraffinhaltigen Carnaubawachs.

Zu nachstehenden Versuchen wurden die Ceresinproben mit je 20% eines bei 33,5 C° schmelzenden Paraffins versetzt. Das zur Mischung verwandte raffinirte Carnaubawachs war wie üblich der besseren Raffination wegen mit Paraffin vermischt.

Bezeichnung der Ceresinproben	Tropfpunkt C° von		
	mit 20% Paraffin vom Schmelzpunkt 33,5 C° versetzten Ceresinproben	Mischungen vorstehender Gemische mit raffinirtem Carnaubawachs vom Tropfpunkt: 75,4 / 75,4 / 75,5 C°	
		Menge des hinzugefügten raffinirten Carnaubawachses	
		5%	20%
I Ceresin Henschel	70,2 / 70,7	70,2 / 70,4	71,3
III	51,2 / 51,6	53,7 / 53,9	66,2 / 66,6 — 66,3 / 67,7
IV	57,4 / 57,7	57,7 / 58,1	66,2 / 67,2 — 65,7 / 66,6

über 66 C° schmelzen. Gewisse Paraffine aus Boghead-Kohle sollen nach den mir gemachten Mittheilungen erst gegen 80 C° schmelzen. Ein aus der Mineralöl- und Paraffinfabrik Gerstewitz bei Halle stammendes Paraffin zeigte die Tropfpunkte 65,7 und 66,4. Endlich kann man aus minderwerthigem Rohozokerit reine Ceresine herstellen, welche selbst weit unter 66 C° schmelzen.

Das Verfahren liefert nach den gegebenen Vorschriften bei Wiederholungsversuchen nur dann genügend übereinstimmende Zahlen, wenn eine Reihe von Fehlerquellen genau beachtet wird [1]).

a) Einfluß der Menge des auf den Glasstab gebrachten Ceresins.

1. Bei Auftragung von zu viel Ceresin, wie dies bei mehrfach wiederholtem Eintauchen des Stäbchens in die geschmolzene Ceresinmasse geschehen kann, tritt leicht zu frühzeitiges Abfallen des Tropfens und ungenügendes Schmelzen der Masse ein (s. die rund eingeklammerten Zahlen in Tab. 2).

2. Bei Auftragung von zu wenig Ceresin, wie dies leicht bei nur einmaligem unter Umständen aber auch bei zweimaligem Eintauchen des Stäbchens vorkommt, kann die Masse weit über ihren Schmelzpunkt erhitzt werden, ohne daß der am Stäbchen hängende klar geschmolzene Tropfen abfällt (s. die eckig eingeklammerten Zahlen in Tab. 2 und 4).

Zur Vermeidung zu vieler Wiederholungsversuche taucht man daher zweckmäßig das Stäbchen zwei Mal in das gut durchgeschmolzene Ceresin ein, indem man vor dem 2. Eintauchen das zuerst aufgetragene Ceresin auf Zimmerwärme abkühlen läßt. Völlige Klarheit des abfallenden Tropfens läßt sich, wie die Versuche mit dem hellen Paraffin 3 zeigen, nur selten erzielen. Weder an der Hand der Vorschriften noch unter verschiedenartig abgeänderter Auftragung des Paraffins lassen sich bestimmte Bedingungen für klares Abschmelzen des Tropfens

[1]) Die Versuche wurden von den Assistenten Dr. Stange und Dr. Allen ausgeführt.

Tabelle 4. Einfluß der Auftragung des Paraffins auf den Glasstab und der Dicke des Quecksilbergefäßes des Thermometers.

Art und Nr. des Paraffins	Schwarzes ozokeritartiges Produkt		Graufschwarze Schuppen, nach Oel riechend		Weißes Paraffin		
	1.		2.		3.		
Thermometer im Luftbad	Zahl und Tiefe der Eintauchungen des Glasstäbchens in das flüssige Paraffin	Tropfpunkt C°	Zahl und Tiefe der Eintauchungen des Glasstäbchens in das flüssige Paraffin	Tropfpunkt C°	Zahl und Tiefe der Eintauchungen des Glasstäbchens in das flüssige Paraffin	Tropfpunkt C°	Durchsicht des Tropfens
a. kugliges, 13 mm dickes Quecksilbergefäß	2×10 mm	58,1	2×10 mm	52,4	2×10 mm	63,5	—
	2×10 „	58,2	2×10 „	52,6			
	2×10 „	(55,0)	2×10 „	52,5	2×10 „	63,6	—
	2×10 „	57,5	2×10 „	53,0	2×10 „	63,3	—
	2×10 „	58,0	2×10 „	53,2	2×10 „	64,0	—
	2×10 „	58,0	1×10 „ 1×3 mm	52,6	2×10 „	64,5	stark trübe
	1×12 „	58,6	1×10 „	[>65]	2×10 „	63,0	sehr schwach trüb
	1×4 „ 1×10 mm	58,0	—	—	2×10 „	[>79]	bis 64 klar
	1×10 „ 1×9 „	59,4	—	—	2×10 „	(62,5)	stark trübe
	1×10 „	59,4	—	—	1×10 „ 1×4 mm	[>79]	—
	1×10 „	[>65,0]	—	—	1×10 „ 1×1 „	65,4	bis 62 klar
	—	—	—	—	1×6 „ 1×11 „	63,4	stark trübe
	—	—	—	—	1×10 „	62,0	trübe
Mittel C°	—	58,4	—	52,7	—	63,6	—
b. und d. cylindrisches Quecksilbergefäß etwa 5 mm weit; Tropfen und Mitte der Quecksilbergefäße 10 mm von der Glaswandung entfernt	2×9 mm	60,1	2×10 mm	54,0	2×8,5 mm	63,8	stark trübe
	2×8,5 „	59,8	2×10 „	54,5	2×10 „	64,5	trübe
	2×10 „	60,5	2×10 „	53,4	2×10 „	64,6	trübe
	2×10 „	60,6	2×10 „	53,9	2×10 „	64,3	schwach trübe
	2×10 „	60,2	—	—	2×10 „	65,3	trübe
	2×10 „	60,4	—	—	2×10 „	64,8	schwach trübe
	2×10 „	59,6	—	—	2×10 „	65,5	trübe
	2×10 „	59,8	—	—	2×10 „	64,8	schwach trübe
	—	—	—	—	1×10 „ 1×3 mm	65,5	klar
	—	—	—	—	1×10 „ 1×3 „	64,3	trübe
	—	—	—	—	1×10 „ 1×3 „	64,3	schwach trübe
	—	—	—	—	1×10 „ 1×3 „	64,3	trübe
	—	—	—	—	1×10 „ 1×3 „	[>70]	klar
	—	—	—	—	1×10 „ 1×3 „	[>70]	klar
	—	—	—	—	1×10 „ 1×3 „	[>70]	klar
Mittel C°	—	60,4	—	54,3	—	64,9	—

ermitteln. Bei dunklen Paraffinen und Ceresinen ist die Beurtheilung der Durchsicht des Tropfens an sich unmöglich. Die im Kapillarrohr bestimmte Grenze des Klarschmelzens von Paraffin 3 (64,5) deckt sich nahezu mit den bei vorschriftsmäßigem zweimaligen Eintauchen ermittelten Tropfpunkten 64,3—65,5.

b) Einfluß der Dicke der Thermometerkugel.

Die zu benützenden, in das 3 cm weite Reagensglas gebrachten Thermometer dürfen höchstens etwa 6 mm dicke cylindrische Quecksilberkugeln haben. Bei zu dicken Quecksilbergefäßen nehmen letztere trotz des langsamen Wärmeanstiegs im Wasserbad nicht schnell genug die Wärme der Luft im Reagensglas an (s. die Versuche in Tab. 4 und 5), z. B. gaben die Thermometer mit 13 mm weiten Quecksilbergefäßen um 1—2 C° niedrigere Tropfpunkte als diejenigen mit 5 mm weitem Gefäß. Auch das Thermometer mit 10 mm weitem kugligen Gefäß zeigte noch gegenüber demjenigen mit 5 mm weitem Gefäß, wie Tab. 5 zeigt, einen geringen Nachgang.

Tabelle 5. Einfluß der Dicke der Thermometergefäße und des Abstandes der Gefäße von der Glaswandung.

NB. Bei jeder Versuchsreihe I, II, III u. s. w. wurde der Wärmeanstieg von 2 gleichzeitig im Reagensglas durch das Wasserbad erhitzten Thermometern beobachtet.

Versuchsreihe	I.		II.		III.		IV.		V.	
Thermometer	a	b	a	b	b	c	b	c	c	b
Dicke des Quecksilbergefäßes mm	13,5 kuglig	5 cylindrisch	—	—	—	10 kuglig	—	—	—	—
Entfernung der Mitte des Quecksilbergefäßes von der Glaswandung mm	10	6	8	10	5	15	15	7	10	10
Wärmegrade C°	23,6	26	40	43	56,5	55	48,5	48,5	43,7	44,0
	27,5	29,5	47	49	57,7	56,2	51,0	51,0	49,5	55,0
	37,0	39,0	50,2	52	61,4	60,2	57,0	57,0	55,8	56,0
	43,6	45,0	52,8	54,2	—	—	62,0	61,4	58,7	59,0
	48,0	49,5	54,8	56,0	—	—	64,0	63,4	66,0	66,0
	49,7	51,2	57,0	58,0	—	—	—	—	—	—
	53,0	54,6	59,0	60,0	—	—	—	—	—	—
	55,0	56,5	60,5	61,5	—	—	—	—	—	—
	57,0	58,6	62,0	63,0	—	—	—	—	—	—
	61,0	62,5	64,0	65,0	—	—	—	—	—	—
	—	—	70,0	70,6	—	—	—	—	—	—

c) Einfluß der Entfernung des Quecksilbergefäßes von der Glaswand.

Die Versuche in Tab. 5 zeigen, daß die Thermometer um so schneller erwärmt werden, je mehr die Quecksilbergefäße der Glaswand, d. i. dem Wasserbad genähert sind. Man wird daher zweckmäßig bei allen normal auszuführenden Versuchen Quecksilbergefäß und Stabende nahe der Mitte des Glases und gleichweit (etwa 10 mm) von der Glaswand entfernt anbringen. Man vermeidet daher ein Glas von geringerer Weite als 3 cm zu benutzen. Die Verwendung eines etwas weiteren Glases schadet nichts. Z. B. gab Paraffin 3 in einem 4 cm weiten Glase geprüft die Tropfpunkte 65,0 und 65,1. Eingetaucht wurde zwei Mal. Stabende und Thermometergefäß waren gleich weit vom Rande des Glases entfernt.

In nachfolgender Tabelle 6 sind noch eine Reihe weiterer Versuche mitgetheilt, welche den Einfluß der Dicke des Glasstabes, der Form des Stabendes und der Entfernung des Stabendes vom Boden des Reagensglases betreffen.

Bei sämmtlichen Versuchen dieser Tabelle wurde in Bezug auf Eintauchen des Stäbchens, Entfernung des Stabendes und des Quecksilbergefäßes von der Glaswand und die Auswahl des Quecksilbergefäßes nach den oben entwickelten Normen gearbeitet, d. h. es wurde zweimal 10 mm eingetaucht, ein cylindrisches etwa 5 mm dickes Quecksilbergefäß benutzt und dieses sowie das Stabende durch eine über Stäbchen und Thermometer gebrachte Korkführung etwa 10 mm von der Glaswand entfernt gehalten.

Wie die Versuche zeigen, ist es ohne Belang, wenn die mit Cerefin zu überziehende Endfläche des Stäbchens nicht ganz eben ist, wenn die Dicke des Glasstabes um einige Zehntel mm von den vorgeschriebenen 3 mm abweicht und wenn das Stabende und Quecksilbergefäß etwas höher als vorgeschrieben im Reagensglas stehen.

Tabelle 6. **Einfluß der Dicke des Glasstabes, der Form der Endfläche des Stabes und der Entfernung des Stabendes und des Thermometergefäßes vom Boden des Reagensglases.**

Paraffin Nr.	Dicke des Glasstabs mm ebene Endfläche	Tropfpunkt C°	3 mm dicker Glasstab Form der Endfläche des Glasstabes	Tropfpunkt C°	Stabdicke 3 mm, Stabendfläche eben. Entfernung der Mitte des Thermometergefäßes und des Stabendes vom Boden d. Reagensglases cm	Tropfpunkt C°
3	3,0 normal	63,8—65,5 (11 Versuche)	mit Feile geebnet	63,8—65,5 (11 Versuche)	3	63,8—65,5 (11 Versuche)
	2,0	64,5 65,0	schräg abgeschliffen „ „	64,8 Tropfen klar 65,2 Tropfen sehr schwach trübe	10	64,5 65,1
	3,5	65,1 65,0	rund geschmolzen „ „	65 Tropfen sehr schwach trübe 65,4 stark getrübt		
	—	—	scharfkantig, mit Zacken, nicht mit Feile geebnet; Dicke des Stabes 3,5 mm	65,1		
			scharfkantig, mit kleiner Vertiefung, nicht mit Feile geebnet; Stabdicke 3,5 mm	65,2		
1	3,0 normal	59,6—60,6 (8 Versuche)	normal	59,6—60,6 (8 Versuche)	3	59,6—60,6 (8 Versuche)
	2	59,5 60,1	schräg abgeschliffen	59,4	10	59,4 59,6
	3,5	—	rund geschmolzen	59,4		
2	3 normal	53,4—54,5 (4 Versuche)	normal	53,4—54,5 (4 Versuche)	3	53,4—54,5 (4 Versuche)
	2	52,5	rund geschmolzen	52,8 53,4	10	53,4 53,4 [1]) Tropfen klar
	3,5	52,8	schräg abgeschliffen	53,4		52,8 52,4

4. Prüfung von Gummischläuchen für Dampfheizungskupplungen an Eisenbahnwagen.

Vom stellvertr. Direktor und Vorsteher der Abtheilung für Metallprüfung Professor M. Rudeloff.

Die Bedingungen für die Lieferung von Gummischläuchen für Dampfheizungskupplungen an Eisenbahnwagen schreiben vor:

Die Schläuche sollen die verlangten Abmessungen sowie 5 Einlagen von reiner Leinwand erhalten, die durch Gummischichten von einander getrennt sein müssen. Die Schläuche

[1]) Stabende rund abgeschmolzen.

sind außen mit reinem Leinen zu überziehen. Im kalten und warmen Zustande müssen sie einen inneren Druck von 10 Atmosphären aushalten können ohne schadhaft zu werden, und dürfen bei einem andauernden Druck von 4 Atmosphären keine Verdrehung zeigen. Der Gummi muß frei von fremdartigen Zusätzen sein. Einer Wärme von 175—180 C° während 4 Stunden ausgesetzt, sollen die Schläuche weder an Spannkraft verlieren noch schadhaft werden. Gummi und Einlagen dürfen sich auch nach der Einwirkung von heißem Wasser oder Dampf nicht leichter trennen lassen, als die Gummitheile von einander.

Die Prüfung von Schläuchen an Hand dieser Bedingungen hat sich demnach zu erstrecken auf die Feststellung:

1. der Länge, lichten Weite und Wandstärke der Schläuche;
2. der vorhandenen Anzahl von Stoffeinlagen und ob diese durch Gummischichten von einander getrennt sind;
3. des Fasermaterials, aus dem die Einlagen und Ueberzüge der Schläuche bestehen; ferner
4. auf Prüfung der Schläuche mit 10 Atmosphären innerem Druck und zwar
   a) mit Druckwasser von Zimmerwärme,
   b) mit Wasser von 75—80 C°,
   c) mit Dampfdruck;
5. auf Versuche mit innerem Dampfdruck von 4 Atmosphären 3 Stunden anhaltend, um festzustellen, ob die Schläuche hierbei Verdrehungen zeigen;
6. auf die Ermittelung fremdartiger Zusätze zum Gummi;
7. auf den Einfluß des vierstündigen Erhitzens auf 175—180 C°
   a) mittelst Dampf,
   b) bei trockener Hitze

   auf die Spannkraft und das sonstige Verhalten der Schläuche;
8. auf Feststellung des Haftvermögens zwischen den Einlagen und dem Gummi im Anlieferungszustande und nach dem Erhitzen in Wasser von 100 C°. —

Auf Grund eines Auftrages bot sich vor längerer Zeit Gelegenheit, Versuche in der angegebenen Richtung mit Schläuchen anzustellen. Die hierbei angewendeten Verfahren[1]) und die erzielten Ergebnisse sollen nachstehend mitgetheilt werden.

Die Bestimmungen der Abmessungen und der Herstellungsart der Schläuche (Punkt 1 und 2) erforderten keine besonderen Verfahren. Das Fasermaterial der Stoffeinlagen und Umhüllung (Punkt 3) wurde mikroskopisch und der Gehalt des Gummis (Punkt 6) an fremden Bestandtheilen durch Aschengehaltsbestimmungen festgestellt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen mögen daher lediglich zur Kennzeichnung des Probematerials nachstehend mitgetheilt sein.

1. Mittlere Abmessungen.

Gesammtlänge = 571 mm
lichte Weite = 35,0 „
Wandstärke = 9,8 „

2. Herstellungsart der Schläuche.

Die Schläuche bestanden (s. Fig. 1) aus einem äußeren mit einer braun gefärbten Stoffumhüllung versehenen, und einem inneren

Fig. 1.

[1]) Die Verfahren sind vom Verfasser gemeinsam mit dem früheren Assistenten Ingenieur Rasch ausgebildet.

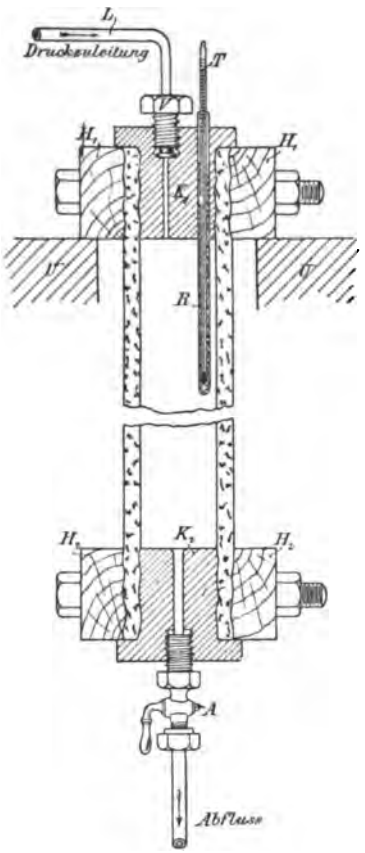


Fig. 2.

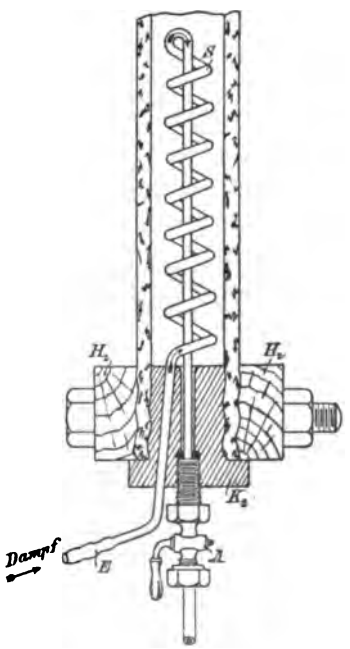


Fig. 3.

nackten, cylindrischen Gummiring, zwischen denen eine spiralig gewundene Stoffeinlage von meist $5^1/_4$ Windungen in dem Gummi eingebettet war.

Die Stoffeinlage war mit einer den Stoff durchsetzenden Gummischicht bedeckt, so daß die benachbarten Stofflagen „durch eine Gummischicht getrennt" erschienen.

3. Das Fasermaterial,

festgestellt an 2 beliebig herausgegriffenen Schläuchen, bestand sowohl bei der Umhüllung als auch bei der Einlage in Schuß und Kette ausschließlich aus Baumwolle.

4. Der Aschengehalt des Gummis

ergab sich zu 52%. Der Gummi kann hiernach nicht als „frei von fremden Bestandtheilen" bezeichnet werden. —

5. Druckversuche bei 10 Atmosphären innerem Druck.

a) Prüfung mit kaltem Druckwasser.

Der Abschluß der Schlauchenden erfolgte durch eingesetzte Rothgußstopfen K_1 und K_2 (Fig. 2) mit wellenförmiger Mantelfläche, gegen welche der Schlauch durch passend ausgearbeitete Holzschellen H_1 und H_2 angepreßt wurde.

Die obere Schelle diente zugleich zur Lagerung des Versuchsstückes, auf einem gabelförmigen Halter U, so daß der Schlauch beim Versuch frei herabhing.

In den Stopfen K_1 war das unten verschlossene Rohr R eingelassen und ferner eine Bohrung mit Verschraubung V angebracht. Das Rohr wurde beim Versuch mit Quecksilber angefüllt und nahm das Thermometer T auf, an welchem der Wärmegrad des den Schlauch anfüllenden Druckmittels abgelesen wurde. Die Verschraubung V diente zum Anschluß der Druckleitung L, in welche ein Manometer und ein Regulirventil eingeschaltet waren. Der untere Stopfen K_2 war mit einem Abflußhahn A versehen.

Vor dem Versuch wurden auf dem Gummischlauch mit Tusche ein Längsstrich in der Richtung der Schlauchachse und drei Ringmarken verzeichnet, eine in der Mitte und zwei Endmarken, je etwa 150 mm von der mittleren entfernt.

Sowohl unter der Druckspannung als auch nach dem Entlasten wurden die Aenderungen des Schlauchumfanges an den drei Ringmarken und die Längenänderungen zwischen den Endmarken bestimmt.

b) Prüfung mit heißem Wasser.

Die Meßweise zur Ermittelung der Formänderungen der Schläuche und die Versuchsanordnung war im Wesentlichen die gleiche, wie vorstehend beschrieben. Abweichend von der letzteren war jedoch in den unteren Verschlußstopfen K_2 noch die Rohrschlange S eingelassen (s. Fig. 3). Das Ende E

Tabelle 1. **Druckversuche bei 10 Atm. innerem Druck.**

Art der Druckerzeugung	Abmessungen vor dem Versuch: Äußerer Umfang an den Endmarken a	b	in der Mitte	Länge zwischen den Marken a u. b	Einspannungen	Beobachtungen unter der Belastung: Versuchsbedingungen: Dauer der Druckwirkung[1])	Wärme im Schlauch	Innerer Druck	Äußerer Umfang an den Endmarken a	b	in der Mitte	Länge zwischen den Marken a u. b	Beobachtungen nach dem Entlasten: Versuchsbedingungen: Dauer vom Entlasten bis zur Beobachtung	Wärme im Schlauch	Äußerer Umfang an den Endmarken a	b	in der Mitte	Länge zwischen den Marken a u. b	Versuch Nr.
	mm	mm	mm	mm	mm	Min.	C°	Atm.	mm	mm	mm	mm	Minut.		mm	mm	mm	mm	
a mit kaltem Wasser	172	171	171	300,3	466	15	15	10	190	189	189	293,8	0	15	172	171	171	300,3	1
						30	15	10	190	189	189	293,6							
	171	171	171	300,0	467	15	15	10	190	189	189	293,7	0	15	173	172	172	300,0	2
						30	15	10	191	190	189	293,5							
b mit heißem Wasser	172	172	172	299,7	467	15	64	10	192	191	191	294,7	0	—	176	175	175	300,3	3
						30	61	10	192	191	191	294,7							
	170	172	172	300,3	467	15	84	10	190	191	191	294,8	0	—	172	174	174	300,8	4
						30	80	10	192	193	193	293,3							
						45	79	10	192	193	193	293,3	0	—	177	179	179	302,0	
	172	171	172	301,2	467	15	78	10	196	196	196	291,0	0	70	178	177	178	301,3	5
						30	77	10	196	196	197	290,0	1,25	26	176	175	176	301,4	
													2,0	19	176	175	176	301,4	
c mit Dampf	173	171	173	300,0	460	38	167	7,2	193	192	193[2])	294,0	7	110,0	188	181	187	298,4	6
													82	36,1	186	179	186	298,4	
													292	20,7	186	179	186	298,4	
													21 St. 52'	17,4	186	179	186	298,4	
	169	170,6	170,4	300,1	460	15	160,0	6,0	187	187	187	292,8	5	137,0	195	190	196	284,6	7
						26[3])	172,0	8,0	195	192	194	287,0	2 St. 47'	24,2	194	189	195	284,5	
						45	180,3	10,0	200	195	200	281,6	20 St. 55'	17,5	194	189	195	284,5	

Bemerkungen: [1]) Bei Reihe c gerechnet vom Beginn des Dampfzutrittes.
[2]) Die äußere Stoffhülle ist geplatzt; der Druck wurde daher nicht weiter gesteigert.
[3]) Die äußere Stoffhülle hat sich an den Stoßfugen losgelöst.

der Schlange war an einen Dampferzeuger angeschlossen. Aus ihm wurde im Laufe des Versuchs zum Erhitzen des den Schlauch füllenden Druckwassers Dampf in die Schlange eingelassen, der durch den Abflußhahn A ins Freie austrat.

Der Dampfzufluß und der Druckwasserzufluß wurden so gedrosselt, daß das mit der Druckleitung verbundene Manometer nahezu gleichbleibenden Druck von 10 Atmosphären anzeigte und der am Thermometer T abzulesende Wärmezustand des Druckwassers 75—80 C° betrug.

c) Prüfung mit Dampfdruck.

Zur Prüfung auf inneren Dampfdruck von 10 Atmosphären Spannung wurden die Enden der Schläuche wieder nach Maßgabe von Fig. 2 verschlossen und dann wurde das Zuleitungsrohr L an einen Dampferzeuger angeschlossen. A bildete den Abfluß für das Kondenswasser, das im Laufe des Versuches von Zeit zu Zeit abgelassen wurde.

Die Längen- und Umfangsänderungen des Schlauches wurden in gleicher Weise wie bei den vorher (unter a und b) beschriebenen Versuchen ermittelt.

Die Beobachtungen aus den drei Versuchsreihen a—c sind in Tab. 1 zusammengestellt. Aus ihnen ergiebt sich Folgendes:

Der kalte Druck von 10 Atmosphären hat bei Versuch Nr. 1 keine bleibende Veränderung der Abmessungen des Schlauches veranlaßt; der Schlauch Versuch 2 ist nur im Umfang um 1—2 mm erweitert, im Uebrigen ebenfalls unbeschädigt geblieben.

Bei Prüfung mit heißem Druckwasser (Reihe b) von 75—80 C° haben alle drei untersuchten Schläuche eine Erweiterung des Umfanges zwischen 3 und 7 mm und eine geringe Längenzunahme von 0,2—1,2 mm erlitten, sind aber im übrigen ebenfalls unbeschädigt geblieben.

Dem inneren Dampfdruck von 10 Atmosphären (Reihe c) haben die Schläuche nicht widerstanden. Ihr Umfang wurde bis zu 25 mm erweitert, ihre Länge nahm um 1,6 und 15,6 mm ab und ferner wurde die äußere Umhüllung theils zerstört theils losgelöst.

6. Feststellung der Verdrehung bei dreistündigem inneren Dampfdruck von 4 Atmosphären.

Die Versuchsanordnung war die gleiche wie vorstehend zu Reihe c beschrieben (s. Fig. 2). Um die Verdrehung zu beobachten, war nach Fig. 4 mit dem unteren Verschlußstopfen der Zeiger Z verbunden, der bei lothrecht frei herabhängendem Schlauch über der Theilung der Kreisscheibe T spielte. Hierbei war das untere Schlauchende durch die Tülle des Ablaßhahnes A in der Kapsel F geführt, die mit der Kreisscheibe centrisch verbunden war. Der Dampfzufluß wurde derartig gedrosselt, daß das Thermometer T (Fig. 1) möglichst beständig den einer Dampfspannung von 4 Atmosphären entsprechenden Wärmezustand von 144 C° anzeigte.

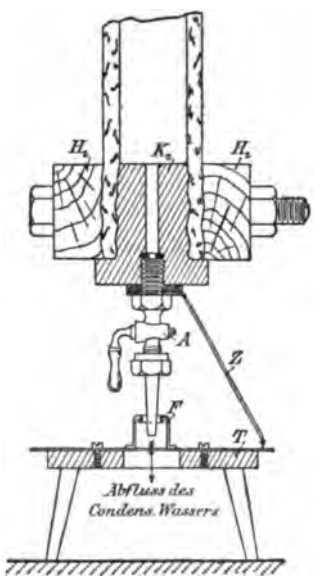


Fig. 4.

Die Längen- und Umfangsänderungen des Schlauches wurden ebenso wie bei den unter 4 angeführten Versuchen bestimmt.

Die Versuchsergebnisse sind in Tab. 2 zusammengestellt. Nach ihnen betrug die Gesammtverdrehung nach dreistündiger Belastungsdauer 15 und 9 Grad und die bleibende Verdrehung 8 und 2 Grad.

7. Einfluß des Erhitzens auf die Spannkraft der Schläuche.

Zur Ermittelung des Einflusses des Erhitzens bis auf 175—180 C° auf die Spannkraft der Schläuche wurden Dehnungs- und Zerreißversuche mit je 3 Ringen von etwa 25 mm Breite angestellt, die von neuen Schläuchen (Nr. 5 und 116) auf der Drehbank abgestochen waren. Von jedem der beiden Schläuche wurde je ein Ring

a) im Anlieferungszustande,

b) nach vierstündigem Erhitzen im Dampfbade von etwa 180 C°, und

c) nach vierstündigem Erhitzen im Luftbade von etwa 175 bis 185 C°

geprüft.

Das Erhitzen der Proben in Dampf von etwa 180 C° erfolgte in einem theilweise mit Wasser gefüllten Autoklaven. Hierbei lagen die Proben auf einem mit Leinewand bespannten Dreifuß auf Talkpulver. Sie befanden sich mehrere Centimeter über dem höchsten Wasserstande, sodaß sie vom Wasser nicht bespült werden konnten. Eine halbe Stunde nach

Tabelle 2. **Ergebnisse der Versuche auf Verdrehung bei 4 Atm. Dampfdruck.**

Schlauch Nr.	Beobachtungen beim Versuch: Beim Erreichen der Dampfspannung von 4 Atm. — Zeitdauer d. Anheizen bis zur Beobachtung Stdn.	Wärme C°	Druck (berechnet) Atm.	Verdrehung Gesammt Grad	Nach 1 Stunde — Wärme C°	Druck (berechnet) Atm.	Verdrehung Gesammt Grad	Verdrehung Zunahme Grad	Nach 3 Stunden — Wärme C°	Druck (berechnet) Atm.	Verdrehung Gesammt Grad	Verdrehung Zunahme Grad	Beobachtungen nach dem Versuch: Nach dem Ablassen des Dampfes — Wärme C°	Druck (berechnet) Atm.	Bleibende Verdrehung Gesammt Grad	Nach dem Erkalten — Wärme C°	Bleibende Verdrehung Grad	Bemerkungen über den Zustand der Proben nach dem Versuch
4	¼	144	4	9	144	4	14	+ 5	144	4	15	+ 1	100	0	11	23	8	Mittlerer Umfang des Schlauches nach dem Erkalten: 184 mm. Schadhaftwerden des Schlauches ist nicht zu bemerken. Zerstörung oder Ablösen der Stoffumhüllung trat nicht ein.
115	½	144	4	10	144	4	9	— 1	143	4	9	± 0	98	0	5	24	2	Mittlerer Umfang des Schlauches vor dem Ablassen des Dampfes: 195 mm, 19½ Stunden nach dem Entlasten: 189 mm. Die Stoßfugen der äußeren Baumwollumhüllung haben sich an zwei Stellen etwas gelöst.

dem Anheizen war der Druck im Innern des Autoklaven auf etwa 10 Atmosphären, der Wärmegrad auf 180 C° gestiegen. Die Heizung wurde nun derartig geregelt, daß Druck und Wärme vier Stunden lang nahezu beständig blieben. Nach dem Ablassen des Dampfes wurden die Proben herausgenommen und an der Luft getrocknet. Hierbei zeigte sich die innere Gummischicht als blasig aufgetrieben, zum Theil von der Stoffeinlage abgelöst. Die äußere Stoffumhüllung war von der darunter liegenden Gummilage gelockert.

Das Erhitzen der Proben im Luftbade erfolgte in einem verdeckten Blechkasten auf Talkpulver. Durch den Deckel führte ein Thermometer in das Innere des Kastens. Der mit Sand bedeckte Kasten wurde 4 Stunden über einem Sandbade erhitzt. Der Wärmegrad des Luftbades schwankte während dieser Zeit zwischen 175 und 186 C°.

Unmittelbar nach dem Herausnehmen der Proben aus dem Luftbade zeigte sich die äußere und die innere Gummischicht weich, und bei einer Probe „schmierig". Die Stoffeinlagen erschienen an den Schnitträndern leicht gebräunt. Nach dem Erkalten waren die Proben hart geworden und ließen sich nach dem Aufschneiden des Ringes schwer gerade strecken.

Die Prüfung der Proben auf Zugfestigkeit erfolgte auf der 1 t Zerreißmaschine (Bauart Rudeloff). Hierzu wurden die Ringe bei S (Fig. 5) aufgeschnitten, die Enden E_1 und E_2 aufgebogen und in den Einspannvorrichtungen der Zerreißmaschine festgelegt.

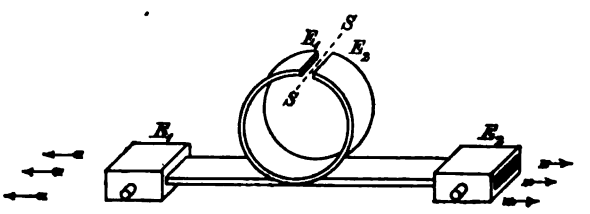


Fig. 5.

Tabelle 3. **Einfluß des Erhitzens auf Festigkeit und Dehnung (Spannkraft) der Schlauchwandung.**

Zeichen der Probe	Entnommen dem Schlauch Nr.	Mittlere Abmessungen Dicke mm	Mittlere Abmessungen Breite mm	Zustand der Proben	Freie Länge mm	Meßlänge mm	Dehnungen in % bei den übergeschriebenen Belastungen in kg: 20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	Bruchlast Gesammt kg	Bruchlast pro cm Breite kg
5a	5	10,0	26,1	Anlieferung	63	50	4,0	14,6	22,4	27,6	31,0	33,8	36,2	38,6	40,4	40,4	41,4	230	88,1
116a	116	10,1	26,0				3,8	11,8	18,2	22,8	25,6	—	30,8	32,4	—	36,4	—	210	80,8
5b	5	10,0	25,7	4 Stunden in Dampf von etwa 10 Atmosphären Spannung und 180 C° erhitzt	63	50	13,0											(29)	(11,3
116b	116	10,0	25,7				13,4											(39)	(15,3
5c	5	10,0	24,5	4 Stunden in einem Luftbad von 175 bis 186 C° erhitzt	75	50	1,6											30	12,2
116c	116	10,0	25,6		55	40	0,8	4,2	12,5	14,8								90	35,2

Die Belastung wurde stufenweise gesteigert und die den einzelnen Belastungsstufen entsprechenden Dehnungen wurden mit Hülfe eines Anlegemaßstabes ermittelt, die Messungen begannen mit 10 kg als Nulllast.

Die Versuchsergebnisse sind in Tab. 3 zusammengestellt. Aus dem Vergleich der Werthe für die nicht erhitzten Proben mit denen der erhitzten ergiebt sich,

daß das Material durch das Erhitzen in Dampf erweicht und durch das Erhitzen in Luft härter geworden war.

8. Einfluß des Erhitzens in Wasser auf das Haftvermögen zwischen Gummi und Einlagen.

Die Prüfung erfolgte an 4 Ringabschnitten, von etwa 14,5 mm Breite, von denen sich zwei im Anlieferungszustande befanden und zwei zwanzig Stunden vor Beginn des Versuches $^1/_2$ Stunde lang in Wasser von 100 C° erhitzt worden waren.

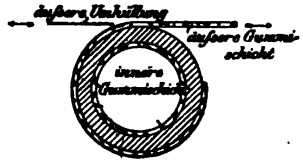


Fig. 6.

Zum Zwecke der Prüfung wurden zwei benachbarte Materialschichten — z. B. die äußere Stoffumhüllung und die darunter liegende Gummischicht — nach Fig. 6 einige Centimeter lang losgelöst; die so freigewordenen Enden wurden in die Einspannungen einer Hartig-Reusch Zerreißmaschine eingelegt und die mittlere Kraft festgestellt, die erforderlich war, um eine stetig fortschreitende Trennung der beiden Materialschichten herbeizuführen.

Der Trennungsriß beim Abziehen der äußeren und inneren Gummischicht von den benachbarten Stoffeinlagen lag sowohl im Anlieferungszustande, wie auch nach dem Erhitzen in Wasser von 100 C° innerhalb der Gummischicht; beim Trennen der Stoffeinlagen von einander blieb Gummi an dem Stoff haften, dagegen löste sich die äußere Umhüllung, ohne daß Gummi daran haften blieb.

Tabelle 4. **Haftvermögen zwischen den einzelnen Schichten.**

Zeichen der Probe	Entnommen dem Schlauch Nr.	Zustand	Mittlere Breite der Probe mm	Mittleres Haftvermögen in kg auf 1 cm Breite zwischen			
				der äußeren Umhüllung und der äußeren Gummischicht	der äußeren Gummischicht und der äußersten Stoffeinlage	den 3 Stoffeinlagen (Mittel)	der innersten Stoffeinlage und der inneren Gummischicht
5a	5	Anlieferung	14,8	0,90	1,44	1,35	1,18
117a	117		14,5	0,94	1,35	1,45	1,44
Mittel:			14,7	0,92	1,40	1,40	1,31
5b	5	½ Stunde im Wasser von 100 C° erhitzt	14,4	0,74	1,38	1,49	1,36
117b	117		14,2	1,05	1,44	1,56	1,49
Mittel:			14,3	0,90	1,41	1,52	1,43

Die für das Haftvermögen erzielten Werthe sind in Tab. 4 zusammengestellt. Die Unterschiede zwischen den Mittelwerthen für beide Zustände sind sehr gering; das Haftvermögen wurde demnach durch das Erhitzen der Proben auf 100 C° nicht beeinflußt.

5. Probebelastung von Decken.

Vom Vorsteher der Abtheilung für Baumaterialprüfung, Ingenieur M. Garg.

Um den Abnahmebedingungen der Baupolizeibehörden zu genügen, werden vielfach Probebelastungen neuer Deckenkonstruktionen ausgeführt, die über deren zulässige Belastung Aufschlüsse geben sollen. Sehr häufig werden solche Belastungen auf Bauten vorgenommen, die zur Abnahme gestellt sind. Man läßt sich dann meistens mit ein oder zwei Versuchen an Theilabschnitten bereits fertig eingebauter Deckenkonstruktionen oder Gewölbe genügen. Nicht immer entsprechen diese meist von den Bauunternehmern selbst vorgeführten Versuche denjenigen Anforderungen, die man an solche Versuche stellen muß, auf welche verantwortungsvolle Maßnahmen gestützt werden sollen. Aber auch in Versuchsanstalten erfolgt die Ausführung derartiger Probebelastungen von Deckenfeldern nicht immer einwandsfrei. Häufig ist es unmöglich, genügend große, und für sich aufgebaute Theile der zu prüfenden Konstruktion in hydraulischen Pressen zu prüfen. In den meisten Fällen ist man genöthigt, die Belastung durch Aufpacken von Steinen, Barren oder Schienenstücken auf die horizontal gelagerte Probedecke zu bewirken. Ein solcher Versuch kann immer nur Annäherungswerthe liefern, weil man die Last schwer derartig gleichmäßig über die zu prüfende Fläche vertheilen kann, daß sie der Durchbiegung der Decke zu folgen vermag. Meistens werden zwischen den belastenden Stücken Verspreizungen auftreten, welche einen Theil der Last auf die Widerlager übertragen und dadurch die Tragfähigkeit der Decken erheblich höher erscheinen lassen, als sie in Wirklichkeit ist. Diese Thatsache sollte längst allgemein bekannt sein.

Im Jahrgang 1890 des Centralblattes der Bauverwaltung Seite 463 ist von Dr. Zimmermann auf die Nothwendigkeit einer sorgfältigeren Ausbildung der Art der Lasteinwirkung bei Probebelastungen von Decken und Gewölben hingewiesen worden. Er sagt: „Eine der vielen Schwierigkeiten, die sich der genauen statischen Berechnung belasteter

Gewölbe entgegenstellen, entspringt aus dem Umstande, daß die einzelnen Theile der Last in der Regel nicht scharf gesondert sind und nicht unmittelbar auf das Gewölbe einwirken. Sowohl die Hintermauerung des Gewölbes als auch die zur Begleichung desselben benutzten Füllstoffe und die etwa auf diesen ruhenden Träger üben eine versteifende Wirkung aus und beeinflussen daher die Art des Lastangriffs, also auch die Tragfähigkeit des betreffenden Gewölbes. Die Größe dieses Einflusses läßt sich meist auch nicht annähernd ermitteln. Man begnügt sich bei der statischen Berechnung mit der gedachten Zerlegung der zusammenhängenden Lasten in eine Reihe senkrechter Schichten, die dann von jeder gegenseitigen Einwirkung frei angenommen werden, und rechtfertigt dieses Verfahren durch die Erwägung, daß der nicht berücksichtigte aber thatsächlich vorhandene innere Zusammenhang der Last für die Standsicherheit des Gewölbes ohne Zweifel günstig ist. Ein solches Verfahren erscheint aber nicht mehr zulässig, wenn es sich um die Anstellung wissenschaftlicher Versuche über das Verhalten von Gewölben handelt. Hier muß entweder der Einfluß des inneren Zusammenhanges der Last ermittelt oder — wenn dies zu schwierig sein sollte — eine Art der Belastung gewählt werden, bei welcher ein derartiger unbestimmter Einfluß nicht auftreten kann."

Eine unbegreiflich verkehrte Versuchsausführung gab im Jahrgang 1895 Seite 339 des Centralblattes der Bauverwaltung noch einmal Veranlassung, auf den Gegenstand zurückzukommen. Es handelte sich um Versuche, welche im September 1893 in Glogau mit zwei Steindecken in Gegenwart höherer Baubeamter ausgeführt wurden. Bei diesen Versuchen wurde auf die Mitte des scheitrechten, zwischen I Eisen gespannten Gewölbes über eine 3 cm hohe Sandschicht eine dicke gußeiserne Platte gelegt, welche nach den angegebenen Abmessungen nahe bis an die Trägerflanschen heranreichte und die auf sie aufgepackte Last naturgemäß durch die als Kragstein wirkende äußerste Steinreihe unmittelbar auf die Träger übertragen mußte. Hier wurde also nicht die Decke, sondern vornehmlich die gußeiserne Platte und die Träger belastet. Dieser Umstand scheint von keinem der Unterzeichner des Versuchsberichtes beachtet worden zu sein, denn nach diesem Berichte war das erste in Cementmörtel ausgeführte Gewölbe mit 6800 kg/qm belastet, worauf festgestellt wurde, „daß keine sichtbare Veränderung am Gewölbe vorgekommen war, auch waren keine Durchbiegungen festzustellen." Bei dem zweiten in gewöhnlichem Kalkmörtel ausgeführten Gewölbe wurde die Belastung nur bis etwa 5600 kg/qm gesteigert, und dann, wie sich der Bericht ausspricht „aus praktischen Rücksichten ausgesetzt, da sie bei Weitem über die gewöhnlichen Anforderungen getrieben war und der Befund ebenso günstig war, wie bei dem ersten Gewölbe."

Diese Beispiele stehen keineswegs vereinzelt da. Ich selbst habe vor meiner amtlichen Thätigkeit in der Versuchsanstalt als unbetheiligter Zuschauer wiederholt Belastungsproben auf Bauten und Bauplätzen beigewohnt, wo die bei den eben geschilderten Versuchen benutzten Gußeisenplatten durch von Träger zu Träger reichende Bretter oder Bohlen ersetzt waren.

Eine sehr beliebte Ausführung solcher Probebelastungen auf Bauten ist das Aufpacken von Mauersteinen auf 1 qm der zwischen I Eisen gespannten Stein- oder Cementdecken.

Um augenfällig die Wirkung dieser fehlerhaften Belastungsart zu zeigen, wurde der in Fig. 1—3 dargestellte Versuch ausgeführt.

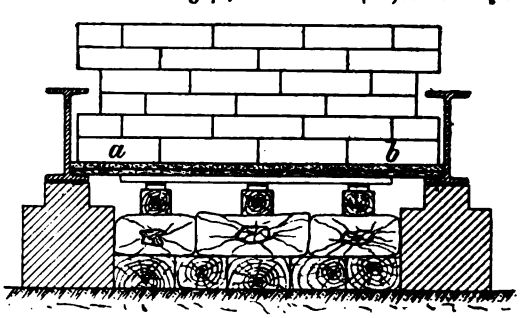


Fig. 1.

Zwischen zwei, auf niederen Stützmauern liegenden I Eisen wurde eine Bretterschalung hergestellt und gegen den Boden durch quer gelegte Brettstücke, Holzklötze und Sandsäcke abgestützt. Die Spannweite betrug 1 m und die Tiefe des Feldes ebenfalls 1 m. Ueber die Bretterschalung wurde eine dünne Sandschicht ausgebreitet und auf diese wurden Mauersteine gepackt.

Fig. 2 zeigt die Anordnung der ersten und zweiten Steinschicht. Die übrigen Schichten wurden aufgelegt, ohne daß besondere Sorgfalt auf einen regelmäßigen Verband der Steine

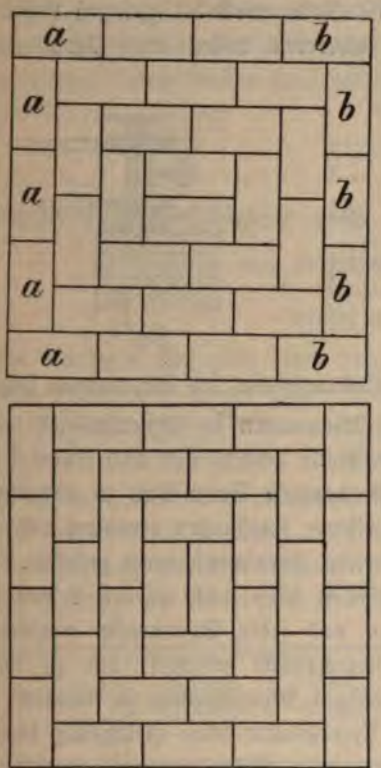


Fig. 2.

Fig. 3.

unter einander verwendet wurde. Namentlich war der Verband in der dritten und vierten Schicht, die wegen der oberen Trägerflansche etwas eingezogen werden mußten, kein regelmäßiger. Die Aufsichten in Fig. 2 beweisen auch, daß die zweite Steinschicht die erste an den Widerlagern keineswegs überkragte. Die Steine wogen im Mittel 3,8 kg und es wurden 21 Schichten, insgesammt 664 Steine gleich 2523 kg, aufgepackt. Hierauf wurden die Sandsäcke geöffnet; die Bretterschalung mit der aufruhenden Last konnte sich nunmehr frei senken. Nach Entfernung der Sandsäcke, der Stützen und mittleren Schalbretter, sowie der lose gewordenen Steine ergab sich der in Fig. 3 dargestellte Zustand. Das Bild spricht für sich selbst. Viele Steine hätten noch aufgepackt werden können, ohne daß ein Zusammenbruch zu befürchten stand.

In der Versuchsanstalt wurde früher die in Fig. 4 dargestellte Lastvertheilung auf einen Balken oder eine Decke mehrfach angewendet[1]), die indessen gleichfalls nicht einwand-

[1]) Dieses Verfahren wird nach Mittheilung des Ingenieurs von Bresztovszky, Praktikant im Laboratorium des Prof. Dr. Föppl in München, auch dort im Laboratorium angewendet. Vergl. Centralblatt der Bauverwaltung 1895, S. 434.

frei ist; denn es müssen hier die in den einzelnen Uebertragungspunkten auftretenden horizontal gerichteten Reibungswiderstände mit ihren Momenten den biegenden Momenten entgegenwirken. Die Biegungsbeanspruchung der Decke wird also günstiger, als wenn völlig freie Einzellasten vorhanden wären.

Um diesen Uebelständen aus dem Wege zu gehen, wird die Anordnung seit einiger Zeit so getroffen, daß in der Uebertragung immer der eine Punkt wie in Fig. 4 ein festes Auflager, der andere aber ein Rollenauflager bildet. Als Rolle wird bei geringen Lasten eine Hartholzrolle von großem Durchmesser, oder bei schwereren Lasten eine Stahldrahtrolle zwischen Eisenplättchen benutzt, wie Fig. 5 andeutet.

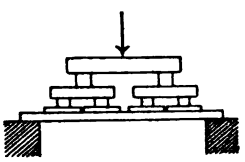


Fig. 4.

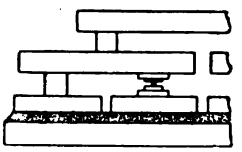


Fig. 5.

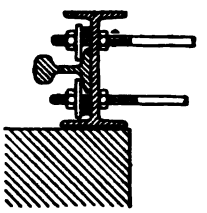


Fig. 6.

Bei Decken- und Gewölbeprüfungen ist die Belastungsweise im Allgemeinen folgende:

Zwei eiserne I Träger werden auf niederen Stützmauern in Cementmörtel verlegt; handelt es sich um solche Deckenkonstruktionen, die als Platte gedacht sind und keinen Seitenschub ausüben, so bleiben die Träger frei liegen, ist dagegen Seitenschub zu erwarten, so werden die Träger nach Maßgabe von Fig. 6 durch eiserne Zugstangen verankert und gegen seitliche Ausbiegung nach Möglichkeit durch gegengeschraubte Eisenbahnschienen gesichert. Das Einbauen der Deckenkonstruktion besorgt der Antragsteller selbst mit eigenen Leuten unter Aufsicht der Versuchsanstalt. Von jeder Konstruktion und jeder Spannweite werden drei gleichartige Versuchsstücke errichtet, um zu einigermaßen zuverlässigen Mittelwerthen zu kommen. Auf Wunsch der Antragsteller wird gleichzeitig das verwendete Stein- und Mörtelmaterial geprüft, was nicht dringend genug empfohlen werden kann, damit dem Einwand begegnet wird, daß zur Prüfung bessere Materialien benutzt werden, als für die Ausführung im Bau. Vor der Belastung wird auf den zumeist 1 m breit gewählten Deckenstreifen eine Sandschicht gebracht und auf diese werden Holzstücke nach Maßgabe von Fig. 7 oder 8 (je nach der Spannweite) derartig übereinander gelegt wie in Fig. 5 schon geschildert. Die Belastung erfolgt durch vorher gewogene Schienenstücke und Eisenbarren. Dabei wird dafür Sorge getragen, daß beim Bruch der Decke die Belastung nur um wenige Centimeter sinken kann, bis sie von Stützungen sicher aufgefangen wird. Während der fortschreitenden Belastung werden die Durchbiegungen der Decke an der Seite oder in der Mitte an Maßstäben abgelesen, die in geeigneter Weise an der Decke befestigt sind, und an feststehenden Zeigern vorübergleiten. In ähnlicher Weise wird auch bei der Prüfung von Treppen verfahren.

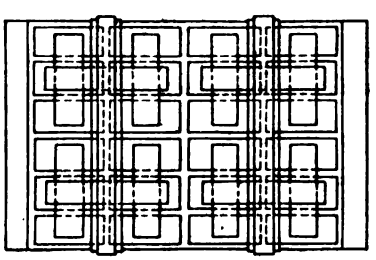


Fig. 7.

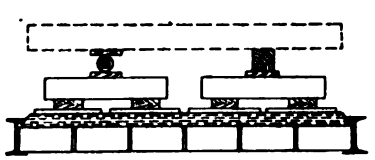


Fig. 8.

Außer den Belastungsproben hat die Versuchsanstalt mehrfach auch Fallproben mit Decken ausgeführt, bei denen auf die Decken ein kugelförmiges Fallgewicht von 48 kg von einem Dreibaum aus verschiedenen Höhen fallen gelassen wurde.

Dabei wurde dahin gestrebt, diejenige Schlagarbeit zu ermitteln, welche genügte, um die Decke mit einem Schlage zu durchstoßen. Die zur Verfügung stehende Fallhöhe von 4,40 m reichte indessen hierfür nicht in allen Fällen aus, daher mußten auf manche Probedecke mehrere Schläge ausgeübt werden. Nach jedem Schlage wurden die Zerstörungserscheinungen beobachtet, die zumeist in einer Zertrümmerung der Steine im Treffpunkte des Gewichtes und weiterhin in von diesem Punkte ausstrahlenden diagonalen und Längsrissen bestanden.

---

6. Kleine Mittheilungen aus der Abtheilung für Papierprüfung.

Vom Abtheilungsvorsteher W. Herzberg.

Lieferung nach Probe.

Eine Druckerei ließ nach einer vorgelegten Probe Karton anfertigen, welcher zur Herstellung von Aktendeckeln dienen sollte. Der gelieferte Karton war nach Ansicht der Bestellerin nicht dem Muster entsprechend und auch für die Herstellung zu Aktendeckeln nach ihrer Ansicht nicht geeignet. Dies veranlaßte die Firma, Probe und Lieferung in der Versuchsanstalt prüfen zu lassen. In dem Prüfungsantrag bemerkte die Antragstellerin, daß es ihr namentlich darauf ankomme, festzustellen, wie sich die beiden Muster bezüglich der Festigkeit, der Stoffzusammensetzung, des Aschengehaltes und der Leimfestigkeit verhielten.

Die Prüfung der beiden Sorten lieferte folgende Ergebnisse:

	Mittlere Reißlänge m	Mittlere Dehnung %	Stoffzusammensetzung	Aschengehalt %	Leimung
Probe	5375	4,3	Holzcellulose, geringe Mengen Strohcellulose	1,4	leimfest
Lieferung	1900	2,1	Holzcellulose	10	nicht leimfest

Diese Prüfungsergebnisse sprechen für sich, und es erscheint überflüssig, noch etwas hinzuzufügen. Nur hinsichtlich der Leimung sei noch bemerkt, daß die Probe ein außerordentlich leimfestes Material darstellte, während die Lieferung so schlecht geleimt war, daß selbst schwache Schriftzüge stark ausliefen und starke Striche sogar durchschlugen, obwohl das Quadratmetergewicht rund 370 g betrug. Die nach der Postschen Methode aufgebrachten Eisenchloridtropfen drangen durch den Aktendeckel völlig hindurch und waren nach der vorgeschriebenen Zeit auf der Rückseite ebenso deutlich sichtbar, wie auf der Vorderseite.

Manila-Packpapier.

Einer Wollwaarenfirma war ein Packpapier als „I$_a$-Manila ohne Cellulosezusatz“ verkauft worden. Die Firma sprach der Versuchsanstalt gegenüber den Verdacht aus, daß das Papier nicht aus reinem Manilahanf hergestellt sei, daß es vielmehr auch einen Zusatz Holzcellulose erhalten habe. Sie vermuthe dies besonders mit Rücksicht darauf, daß das

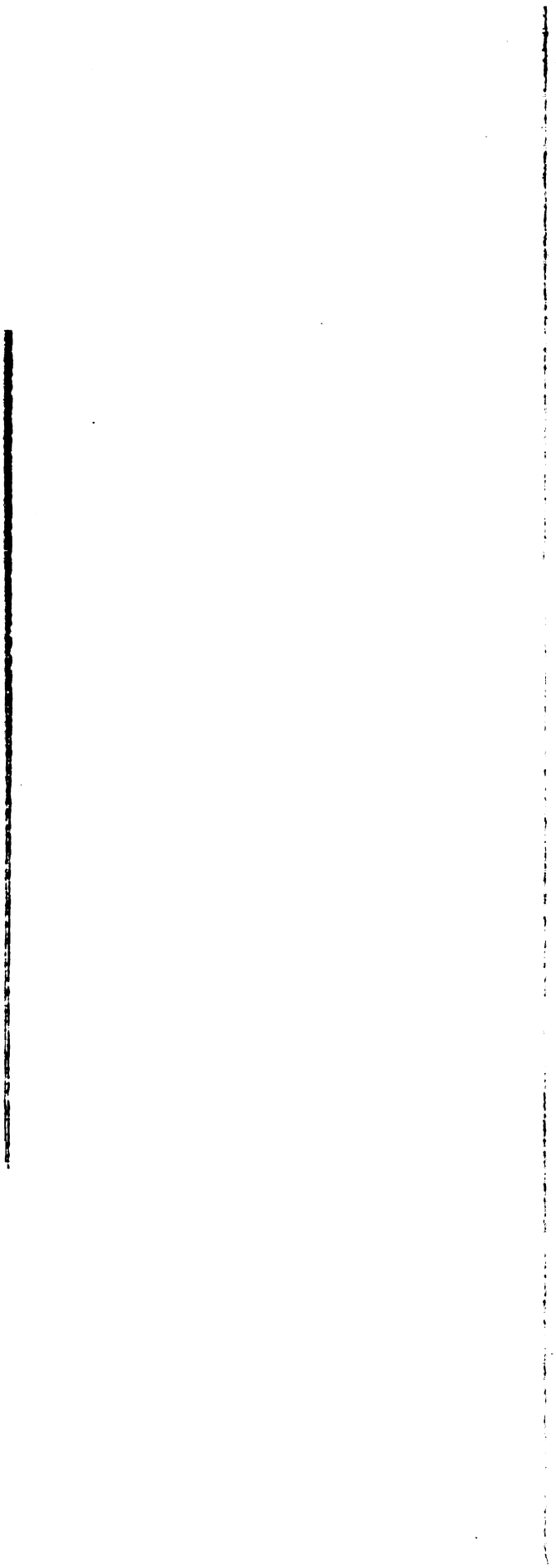
Papier für ein Material erster Güte eine viel zu geringe Zugfestigkeit besitze. Das Papier wurde auf Antrag der Firma einer mikroskopischen Untersuchung unterzogen und es ergab sich hierbei, daß das Papier aus etwa

55 % Manila
und 45 % Holzcellulose bestand.

Die Vermuthung der Firma hatte sich also als zutreffend erwiesen.

Für die Redaktion verantwortlich: A. Martens. — Verlag von Julius Springer in Berlin

Druck von E. Buchbinder in Neu-Ruppin.

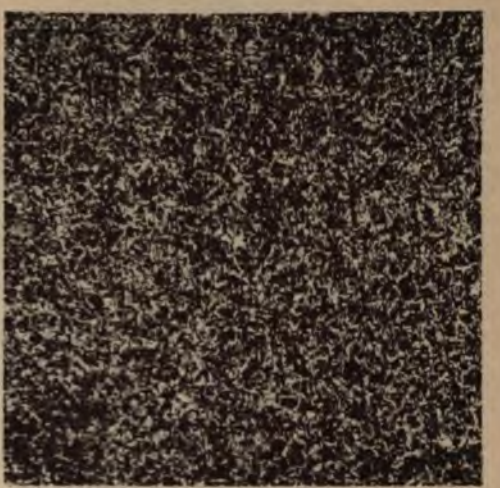


graphische Einrichtungen.

13. Lin. Vergr. 28.

(2464)

14. Lin. Vergr. 26.



(2463)

15. Lin. Vergr. 50.

(2465 und 2466)

a. b.

16. Lin. Vergr. 50.

(2467)

17. Lin. Vergr. 225.

(1785)

A. B. C. D. E.

Papier für ein Material erster Güte eine viel zu geringe Zugfestigkeit besitze. Das wurde auf Antrag der Firma einer mikroskopischen Untersuchung unterzogen und es ergab hierbei, daß das Papier aus etwa

55 % Manila

und 45 % Holzcellulose bestand.

Die Vermuthung der Firma hatte sich also als zutreffend erwiesen.

Für die Redaktion verantwortlich: A. Martens. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Druck von E. Buchbinder in Neu-Ruppin.

Fig. 15-18. Mikrophotographischer Ap

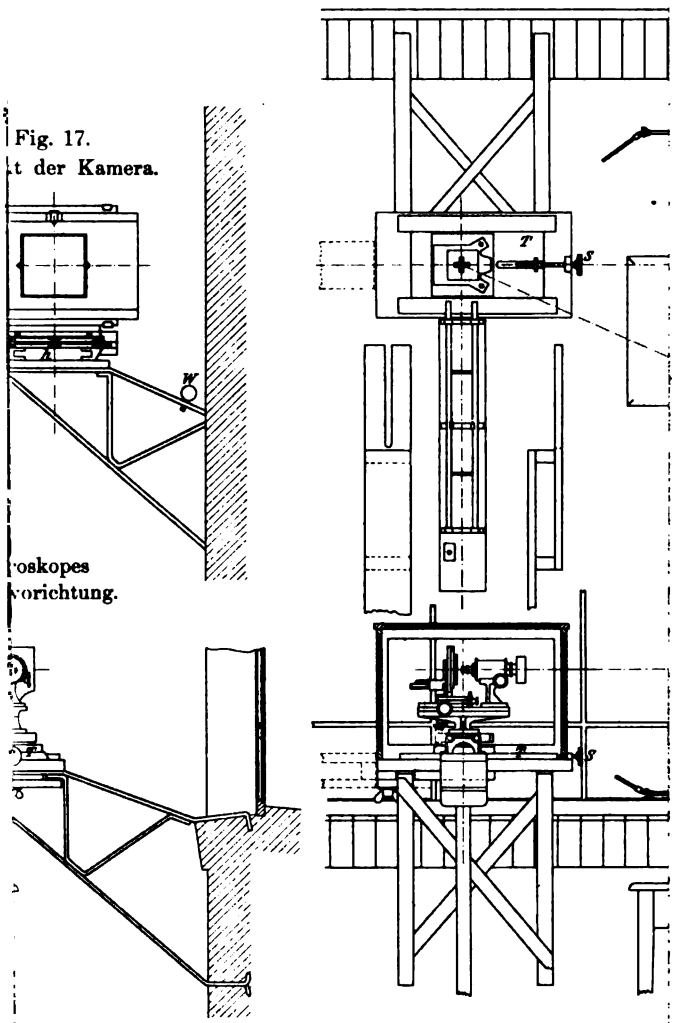


Fig. 17.
t der Kamera.

oskopes
orichtung.

Mikrophotograph
der Königlichen mechanisch
v
A. M

Papier für ein Material erster Güte eine viel zu geringe Zugfestigkeit besitze. Das Papier wurde auf Antrag der Firma einer mikroskopischen Untersuchung unterzogen und es ergab sich hierbei, daß das Papier aus etwa

55 % Manila
und 45 % Holzcellulose bestand.

Die Vermuthung der Firma hatte sich also als zutreffend erwiesen.

Für die Redaktion verantwortlich: A. Martens. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Druck von E. Buchbinder in Neu-Ruppin.

Fig. 9-11. Photographische Dunkelkamme

Fig. 9. Längsschnitt.

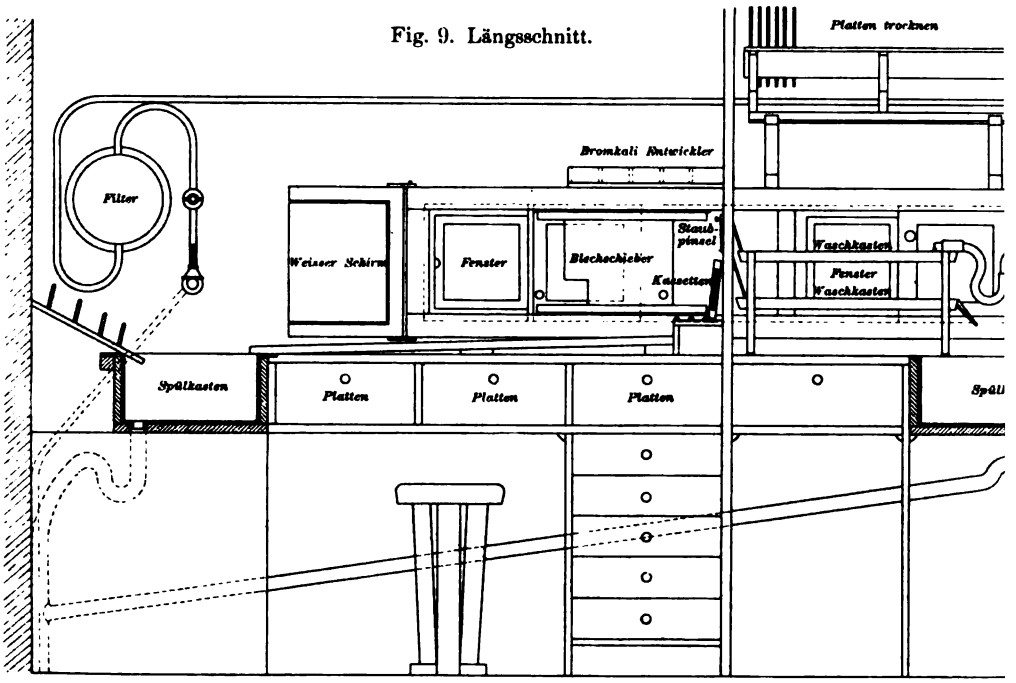
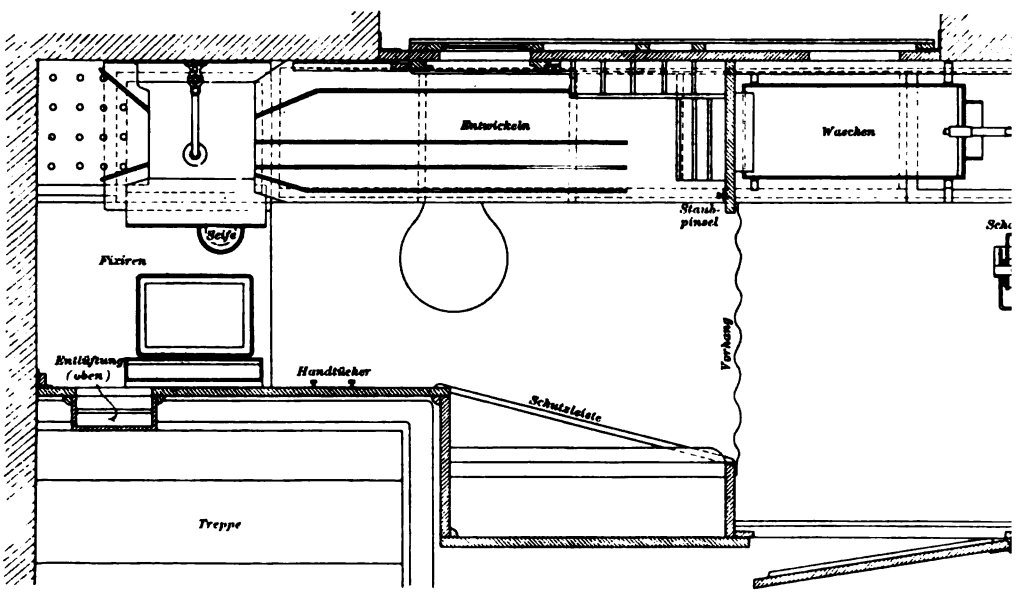


Fig. 11. Grundriss.



Mittheilungen
aus den
Königlichen technischen Versuchsanstalten
zu Berlin.

Herausgegeben im Auftrage
der Königlichen Aufsichts-Kommission.

XVII. Jahrgang. 1899. Viertes Heft.

THE NEW YORK PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX AND TILDEN FOUNDATIONS.

1. Ziegelprüfungen in den Betriebsjahren 1895—1897.

Vom Vorsteher der Abtheilung für Baumaterialprüfung, Ingenieur M. Gary.

Die Verfahren, welche für die Prüfung von Ziegeln und gebrannten Thonsteinen jeder Art in der Versuchsanstalt gebräuchlich sind, haben zum größten Theil bereits in den „Mittheilungen“ 1896, S. 63 u. f. eingehende Besprechung erfahren. Wenn daher nachstehend die Ergebnisse der in den Jahren 1895, 1896 und 1897 mit solchen Steinen ausgeführten Prüfungen veröffentlicht werden, so braucht auf die Prüfungsverfahren nur insoweit eingegangen zu werden, als sie gegen früher erweitert, verändert oder ergänzt worden sind. Im Uebrigen sei auf die oben erwähnte Veröffentlichung verwiesen.

Die Versuche verdanken ihre Entstehung zumeist dem Umstande, daß Behörden bei Ausschreibung von Lieferungen die Vorlage von Prüfungszeugnissen verlangten, oder die Prüfung von der Behörde selbst beantragt wurde. Nur die Minderheit der Prüfungen wurde zur eigenen Belehrung der Ziegelfabrikanten ausgeführt.

Eintheilung der Steine. In den nachstehenden Tab. 1 sind die geprüften Steine in folgende Gruppen zusammengefaßt worden:

1. Klinker.
2. Hartbrandsteine.
3. Verblender.
4. Poröse Steine.
5. Hintermauerungssteine.
6. Verschiedene Ziegel.

Für die Zutheilung zu den einzelnen Gruppen sind mit wenigen Ausnahmen die Bezeichnungen maßgebend gewesen, welche den Steinen von den Fabrikanten selbst beigelegt wurden, und nur in den Fällen, in welchen die Bezeichnung Zweifel über die Zugehörigkeit zu einer Gruppe offen ließ, z. B. „Hintermauerungsklinker“, „Mauerstein“ u. s. w. oder einem Stein derselben Fabrikation je nach der Wahl beim Ausbringen aus dem Ofen verschiedene Bezeichnungen beigelegt sind (z. B. Nr. 27, Tab. 1, „Pflasterklinker, Hintermauerungsstein, Verblender“), ist die Unterbringung des Steines in diejenige Gruppe erfolgt, in welche er nach Ansicht der Versuchsanstalt gemäß seiner Eigenschaften vorwiegend gehört.

Bei dieser Unterbringung der einzelnen Steinsorten zeigte es sich schon, daß die Benennung der Steine häufig unzutreffend und offenbar willkürlich, ohne genügende Kenntniß der besonderen Eigenschaften des Steines, oder vielleicht auch örtlichen Bedingungen oder den Wünschen des Publikums entsprechend gewählt ist (z. B. Nr. 32, Tab. 1, der der Bezeichnung Klinker weder in der Festigkeit noch in der Porosität noch in der Zusammensetzung und Abnutzung entspricht). Thatsächlich ist es sehr schwer, Ziegelsteine nach ihrem Verwendungszweck und nach

Tabelle 1. Ziegelprüfungen in

1.	2.	3.	4.			5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	
Laufende Nr.	Handels-Bezeichnung des Steines	Herkunft (Ziegelei)	Abmessungen der Steine			Beschaffenheit der Bruchfläche			Eigenes Gewicht der trockenen Steine	Raumgewicht	Specifisches Gewicht	Dichtigkeitsgrad	Wasseraufnahme	
			Länge	Breite	Höhe	Gefüge	Bruch	Farbe					in 24 Stunden	nach Sätti-gung
			cm						kg	r	s	$b = \frac{r}{s}$	Gewichtsprocent	
														1
1	Pflasterklinker, naß gepreßt, Ofen mit überschlagender Flamme	Albrecht Brauns Dampfziegelei, Ochtersum-Hildesheim	21,5	11	5,3	schwach porös, nicht ganz gleichförmig, etwas knollig	scharfkantig, flachmuschelig	schmutzig dunkelbraun	2,713	2,146 (2,16)	2,597	0,826	0,8	2,41
2	Klinker, Ringofen	Vereinigte Ottweiler und St. Wendeler Dampfziegeleien, Halsband, Pflug u. Co., St. Wendel	24	11	6	—	—	roth	(3,450)	— (2,20)	—	—	—	—
3	Klinker, naß gepreßt, Ringofen	Franz Cäsar, Dampfziegelei bei Menhagen b. Magdeburg	24,5	11,5	6,5	—	—	roth	3,654	— (1,88)	—	—	—	—
4	Hintermauerungsklinker, Handstrich, Ringofen	W. Rusch, Ziegelei in Neuenhagen i. d. Neumark	24,5	11,75	6,5	—	—	gelblichroth	(3,490)	— (1,80)	—	—	—	—
5	Pflasterklinker, Oefen mit überschlagender Flamme	A. Brauns, Ochtersum bei Hildesheim (Stadtbauamt Hildesheim)	22,1	11,0	5,2	dicht, körnig	muschelig, scharfkantig	braunroth	2,677	2,108 (2,10)	2,572	0,820	—	—
6	Klinker, Ringofen	Dampf- und Kunstziegelei Dr. Kirsch u. Co., St. Wendel	24,5	12,0	6,5	—	—	roth	(3,570)	— (1,88)	—	—	—	—
7	Hartbrandklinker, naß gepreßt, Ringofen	Freienwalder Kirchenziegelei, Gebr. Buggenhagen, Berlin	23,5	11,25	6,25	—	—	gelblich- bezw. bräunlichroth	(3,446)	— (2,09)	—	—	—	—
8	Ziegelsteine, naß gepreßt, Ringofen	Vereinigte Ottweiler und St. Wendeler Dampfziegeleien, Halsband, Pflug u. Co.	25	12	6,5	nicht ganz gleichförmig, etwas knollig, gesintert	scharfkantig, flachmuschelig	braunroth	3,662	1,944 (1,88)	2,673	0,727	9,23	9,9
9	Klinker	Märkische Ziegelei und Thonwaarenfabrik zu Premnitz	24,5	11,5	6,5	—	—	gelblich	(3,570)	— (1,87)	—	—	—	—
10	Klinker	Ursprungsangabe nicht gestattet	25	12	6,5	—	—	hellgelb	4,155	— (2,14)	—	—	—	—
11	Birkenwerder Klinker	Nähere Ursprungsangabe nicht gestattet	24	11,5	6,5	—	—	gelb	3,500	— (1,96)	—	—	—	—

[1]) Nach der Frostbeanspruchung im trockenen Zustande zerdrückt.

en Betriebsjahren 1895—1897.

13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.							23.
			Druckfestigkeit σ_B			Biegefestigkeit σ_B			Abnutzbarkeit							
Lös-liche Salze	Schlämm-rückstände im ungebrannten Stein	$\frac{\sqrt{f}}{l}$	trocken	wassersatt	nach 25mali-gem Gefrieren	freie Länge l in cm; Wider-stands-moment $W=\frac{b\,h^2}{6}$	trocken: Bruchlast	trocken: σ_B	Versuch Nr.	Gewichtsverlust: Arbeitsviertel 1	2	3	4	Gesamt-Gewichts-verlust	Mittlerer Verlust in ccm	
%			kg/qcm				kg	kg/qcm		g						
linker.																
—	—	0,87	492 **764** 956	642 **741** 917	264 **419** 621	—	—	—	I. II.	4,7 5,5	5,1 8,3	6,6 9,5	6,8 9,8	23,2 33,1	13,1	Lediglich zu Pflaster-zwecken; 40—50 M. nach Qualität; Absatzgebiet Provinz Hannover.
—	—	0,80	535 **689** 775	—	—	—	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	—	Fundamente und Mauer-werk der Fabrikgebäude der Dillinger Hüttenwerke, Dillingen — Saar.
—	—	0,79	415,6 **595** 808,7	—	—	—	—	—	Hochbauten und Kanäle der Betriebs-Inspektion Halberstadt, Stadtverwaltung Halberstadt, Kaliwerk Wilhelmshall bei Anderbeck. (Vergl. auch „Anmerkungen".)							
—	—	0,79	489 **590** 715	—	—	Sockel, Pfeiler, Kesseleinmauerungen, Schornsteine und Heizanlagen der physik.-techn. Reichs-anstalt Charlottenburg; Tragebögen der Kuppel und Gewölbe im Dom zu Berlin; Pfeiler und Bögen der Reichspost, Leipzigerstr. Berlin; Pfeiler, Bögen, Kesselfundamente, Heiz-kanäle im Landtagsgebäude, Berlin; Pfeiler und Stützmauern der Waisenbrücke, Berlin; Privatbauten u. s. w. — Ausschläge wurden niemals beobachtet.								
—	—	0,91	398 **582** 679	427 **568** 763	382 **528** 638	—	—	—	I. II.	1,0 2,2	6,3 5,3	5,2 4,9	5,1 4,6	17,6 17,0	8,2	Herstellung von Fuß-steigen in der Provinz Hannover; 40—50 M.
—	—	0,82	428 **570** 693	—	—	—	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	—	Fundamente und Mauer-werk der Fabrikgebäude der Dillinger Hüttenwerke, Dillingen — Saar.
—	—	0,80	396 **554** 678	—	—	—	—	—	Städtische Wasserwerke in Berlin und Hamburg (Filter); Brücken-bauten in Berlin; städt. Gasanstalt Berlin; Kanalisation von Berlin und Königsberg i. Pr.; Eisenbahn-Direktion Berlin, Stettin, Altona, Königsberg u. s. w.							
0,10	32 % feine bis bohnen-große Körner von Quarz, Sandstein, Thonschiefer und Rotheisenstein	0,83	464 **554** 671	343 **443** 515	305 **423** 491	—	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	—	Zum Ausbessern von verwittertem Parament der Festung Diedenhofen.
—	—	1,83	360 **500** 622	—	—	—	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	—	Die Ziegel wurden nach dem Antrage in zwei Hälf-ten geschnitten und je eine Hälfte ohne weitere Vor-bereitung zwischen ebenen Flächen zerdrückt.
—	—	0,79	349 **485** 604	—	367 **442** 517	[1]) —	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	—	Für den Bau eines Wasserwerkes in Aussicht genommen.
—	—	0,76	317 **457** 649	—	236 **440** 586	[1]) —	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	—	Für den Bau eines Wasserwerkes in Aussicht genommen.

THE NEW YORK PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX AND TILDEN FOUNDATIONS.

1.	2.	3.	4.			5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	
Laufende Nr.	Handels-Bezeichnung des Steines	Herkunft (Ziegelei)	Abmessungen der Steine			Beschaffenheit der Bruchfläche			Eigenes Gewicht der trockenen Steine	Raumgewicht	Specifisches Gewicht	Dichtigkeitsgrad $b = \frac{r}{s}$	Wasseraufnahme	
			Länge	Breite	Höhe	Gefüge	Bruch	Farbe					in 24 Stunden	nach Sättigung
			cm						kg	r	s		Gewichtsprocente	
12	**Klinker** (Maschinen-Vollsteine) aus Braunkohlentheer naß gepreßt, Ringofen oder Gasofen	Ilse, Bergbau-Aktien-Gesellschaft	24,7	11,6	6,6	gleichförmig, dicht	scharfkantig, unregelmäßig, zuweilen muschelig, rauh	gelblich	3,890	2,053 (2,06)	2,554	0,804	1,95	3,31
13	**Erstklassige Klinker** (gleichfarbige als Verblendklinker), naß gepreßt, Kammerringofen	M. Willner, Dampfziegelei, Seifersdau, Kr. Schweidnitz	25	12	6,5	gleichförmig, porös, mit weißen Quarzkörnchen durchsetzt	unregelmäßig, scharfkantig	roth	3,850	2,019 (1,97)	2,615	0,772	5,78	6,90
14	**Hartbrandklinker**, naß gepreßt, Ringofen	Freienwalder Kirchenziegelei, Gebr. Buggenhagen, Berlin	24,5	11,5	6,4	—	—	blaßroth	(3,437)	— (1,91)	—	—	—	—
15	**Pflasterklinker**, Hintermauerungssteine, aus Lehm und Thonschiefer naß gepreßt, Ringofen	W. Maus, Solinger Maschinenziegelei	24,5	11,6	6,4	—	—	dunkelrothbraun	(3,650)	— (2,02)	—	—	—	—
16	**Verblend- und Pflasterklinker**, naß gepreßt, Ringofen	B. Gebauer, Dampfziegelei, Gr.-Kunersdorf, Kr. West-Sternberg	25	12	6,5	Material u. Brand gleichförmig	unregelmäßig	gelb	3,723	— (1,91)	—	—	6,57	7,99
17	**Pflasterklinker**, Oefen mit überschlagender Flamme	A. Brauns, Ochtersum bei Hildesheim (Stadtbauamt Hildesheim)	22,5	10,8	4,8	rissigzellig	muschelig, scharfkantig	dunkelgrau mit einem Stich ins Braune	2,372	2,040 (2,03)	2,505	0,814	—	—
18	**Wasserbauklinker**, naß gepreßt, Ringofen	G. Brumund, Ziegelei Vareler-hafen bei Varel	24,2	11,8	5,8	gleichförmig, dicht	scharfkantig, muschelig	braunroth	3,00	2,134 (1,81)	2,568	0,831	6,70	8,41
19	**Hartbrandklinker**, naß gepreßt, Ringofen	Freienwalder Kirchenziegelei, Gebr. Buggenhagen, Berlin	25	12	6,5	—	—	bräunlich	(3,445)	— (1,77)	—	—	—	—
20	**Handstrichklinker** aus blauem Thon gestrichen, Ringofen	S. Salomon, Ziegelei Herzfelde bei Rüdersdorf, Kr. Niederbarnim	24,1	11,7	6,1	—	—	gelblichgrau	(3,260)	— (2,00)	—	—	—	—
21	**Preßklinker** (für gewöhnliche Verblendung und Hintermauerung) aus blauem Thon naß gepreßt, Ringofen		24,3	11,5	6,2	—	—	gelblichgrau	(3,200)	— (1,85)	—	—	—	—

13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.								23.
			Druckfestigkeit σ_B			Biegefestigkeit σ_B			Abnutzbarkeit								
Lösliche Salze	Schlämmrückstände im ungebrannten Stein	$\frac{\sqrt{f}}{l}$	trocken	wassersatt	nach 25maligem Gefrieren	freie Länge l in cm; Widerstandsmoment $W=\frac{b h^2}{6}$	trocken: Bruchlast	trocken: σ_B	Versuch Nr.	Gewichtsverlust: Arbeitsviertel 1	2	3	4	Gesammt-Gewichtsverlust	Mittlerer Verlust in ccm		Verwendet
%			kg/qcm				kg	$\frac{kg}{qcm}$		g							
0,036	11,43 % feiner bis gröberer Quarzsand, vermischt mit eisenschüssigen Thonstückchen und einigen Glimmerplättchen	0,80	355 455 515	389 469 555	357 482 539	l=20 cm W=84,3	1804	107	I. II.	9,2 2,9	9,0 9,4	10,7 10,5	13,7 11,0	42,6 33,8	18,65		Pflasterung von Fabrikhöfen, Ställen u. s. w., z. B. Schlachthöfe Leipzig und Posen; Preis ab Großräschen N./L. hell, glatt und gesalzt 2 M., bunt 1,30 M. pro qm.
0,043	11,76 % feiner, gelblichweißer Quarzsand, einige eisenschüssige Thonstückchen u. größere Quarzkörner waren beigemengt	0,83	359 452 555	320 448 554	310 411 497	l=20 cm W=84,3	1276	75,5	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	—		Verwendung in Wasserbau und Häuserbau.
—	—	0,82	306 450 570	—	—	—	—	—	Städtische Wasserwerke in Berlin und Hamburg (Filter); Brückenbauten in Berlin; städt. Gasanstalt Berlin; Kanalisation von Berlin und Königsberg i. Pr.; Eisenbahn-Direktion Berlin, Stettin, Altona, Königsberg u. s. w.							
—	—	0,80	310 444 527	—	—	—	—	—	Amtsgericht Solingen, Unterführungen der Eisenbahnen Solingen—Remscheid und Solingen—Volzwinkel; Solinger Wasserwerk (1886); die Ziegelei besteht seit 26 Jahren, stellt jährlich 3—3½ Millionen Steine her; 23 M. ab Ofen.							
0,11	fein bis mittelfeiner Quarzsand, schwach vermengt mit zerkleinertem Ziegelmaterial von gleicher Korngröße	0,82	340 444 536	365 475 599	326 488 578	Verblender: am Schlachthof Frankfurt a. O.; Artillerie-Wagenhäuser Cüstrin; Neubau der Kirche in Gr.-Lübbichow; Reformirte Kirche zu Frankfurt a. O.; Bahnhofsbauten in Reppen und Pleisdehammer u. s. w.; Wasserklinker zur Kanalisation, Neubau der Bollwerksmauer und Neubau der massiven Oderbrücke Frankfurt a. O. (Pfeiler, Gewölbe und Widerlager); außerdem im Hochbau: Mälzerei Patzenhofer, Molkerei-Genossenschaft, städt. Turnhallen, Regierungsgebäude u. s. w., sämmtlich in Frankfurt a. O. (Vergl. auch „Anmerkungen".)							
—	—	0,97	373 489 595	373 481 612	386 469 561	—	—	—	I. II.	9,5 7,7	7,3 7,2	5,7 8,2	7,7 6,7	30,2 29,8	14,7		Herstellung von Fußsteigen in der Provinz Hannover; 40—50 M.
0,05	0,272 % feiner, weißer Quarzsand, eisenschüssige, thonige Kalkstückchen und Muschelschalen	2,05	352 489 528	366 476 627	243 354 421	—	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	—		Verschiedene Bauten in Varel und Wilhelmshafen.
—	—	0,85	291 419 523	—	—	—	—	—	Städtische Wasserwerke in Berlin und Hamburg (Filter); Brückenbauten in Berlin; städt. Gasanstalt Berlin; Kanalisation von Berlin und Königsberg i. Pr.; Eisenbahn-Direktion Berlin, Stettin, Altona, Königsberg u. s. w.							
—	—	0,81	336 418 484	—	—	—	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	—		Vergl. „Anmerkungen".
—	—	1,89	349 411 484	—	—	—	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	—		Vergl. „Anmerkungen".

1.	2.	3.	4.			5.	5.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	
Laufende Nr.	Handels-Bezeichnung des Steines	Herkunft (Ziegelei)	Abmessungen der Steine			Beschaffenheit der Bruchfläche			Eigenes Gewicht der trockenen Steine	Raumgewicht	Specifisches Gewicht	Dichtigkeitsgrad $d = \frac{r}{s}$	Wasseraufnahme	
			Länge	Breite	Höhe	Gefüge	Bruch	Farbe					in 24 Stunden	nach Sättigung
			cm						kg	r	s		Gewichtsprocent	
22	Klinkersteine	Ursprungsangabe nicht gestattet	24,75	12	6,5	—	—	röthlichgelb	(3,887)	— (2,00)	—	—	—	—
23	Maschinenklinker aus grubenfeuchtem Thon gepreßt, Ringofen	Ziegelei Schüßler zu Hegermühle	25	12	6,5	—	—	blaßgelb	(3,600)	— (1,85)	—	—	—	—
24	Klinkerziegel aus Oberbriser Klinkerthon trocken gepreßt, Mendheimscher Gasofen	Kaolinwerke J. Fitz in Oberbris (Böhmen)	25,2	11,7	6,6	—	—	graubraun	4,225	— (2,15)	—	—	1,83	2,28
25	Klinker, naß gepreßt, Ringofen	Ziegelei Langenfelde bei Hamburg, F. Kallmorgen	20,9	10,3	6,4	—	—	gelblichgrau	2,495	— (1,81)	—	—	—	—
26	Klinker	Ursprungsangabe nicht gestattet	25	12	6,5	—	—	blaßroth	3,470	— (1,78)	—	—	—	—
27	Pflasterklinker, Hintermauerungssteine, Verblender, feuerfestes Material, aus Thonschiefer trocken gepreßt, Ringofen	W. Dünkelberg, Steinhauser Dampfziegelei, Bommern bei Witten	24,6	11,8	6,5	gleichförmig, fein bis mittelkörnig	uneben, rauh	matt bis rothbraun	3,750	2,111 (1,99)	2,646	0,798	5,3	5,8
28	Klinker	Ursprungsangabe nicht gestattet	25	12	6,5	—	—	hellchokoladenbraun	3,270	— (1,68)	—	—	—	—
29	Birkenwerder Klinker	Nähere Ursprungsangabe nicht gestattet	25	12	6,5	—	—	ockergelb	3,580	— (1,84)	—	—	—	—
30	Birkenwerder Klinker		25	12	6,5	—	—	hellgelb	3,735	— (1,91)	—	—	—	—
31	Birkenwerder Klinker		25	12	6,5	—	—	hellgelb	3,750	— (1,92)	—	—	—	—
32	Maschinenklinker I., II., III. Kl., naß gepreßt, Ringofen	Dampfziegelei Ellguth-Zabrze	25,0	11,9	6,7	ziemlich gleichförmig feinkörnig, etwas knollig	uneben, rauh	braunroth	3,620	1,898 (1,81)	2,619	0,725	9,75	10,67

*) Nach der Frostbeanspruchung im trockenen Zustande zerdrückt.

13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.								23.
Lösliche Salze %	Schlämmrückstände im ungebrannten Stein	$\frac{\sqrt{f}}{l}$	Druckfestigkeit σ_B			Biegefestigkeit σ_B			Abnutzbarkeit								Verwendet
			trocken	wassersatt	nach 25maligem Gefrieren	freie Länge l in cm; Widerstandsmoment $W=\frac{b\,h^2}{6}$	trocken		Versuch Nr.	Gewichtsverlust					Mittlerer Verlust in ccm	
										Arbeitsviertel				Gesammt-Gewichtsverlust		
										1	2	3	4			
			kg/qcm				Bruchlast kg	σ_B kg/qcm		g						
—	—	0,86	304 **396** 467	—	—	—	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	—	—	—
—	—	0,81	264 **370** 469	—	—	—	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	—	—	Kanalisation von Berlin, Rixdorf, Steglitz, Kurfürstenbrücke, Cottbuser-Brücke, Wasserwerke Charlottenburg, Dom zu Berlin.
—	—	0,80	253 **368** 440	336 **478** 591	—	l=20 cm W=85	1100 **1465** 1820	65 **86** 107	Städtische Kanalisirung in Prag und Pilsen; Straßenpflaster daselbst z. B. vor dem Frachtbahnhof in Pilsen; Theil des Eilgutmagazins des Staatseisenbahnhofes in Wien. (Vergl. auch „Anmerkungen".)								
—	—	0,79	197 **368** 460	—	—	—	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	—	—	Als Klinker im Hochbau, im Uebrigen als Hintermauerungsstein; 6 Mill. jährlich in Hamburg und Altona vorwiegend für Privatbauten.
—	—	0,79	295 **358** 404	— — —	349 **414** 485	[1]) —	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	—	—	Zum Bau eines Wasserwerkes in Aussicht genommen.
0,11	61,1 % fein bis mittelkörniges, zerkleinertes, grauschwarzes, sandig-schiefriges Gesteinsmaterial	0,82	224 **342** 487	182 **288** 488	148 **280** 583	—	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	—	—	Im Wasser- und Häuserbau für private und königliche Bauten.
—	—	0,82	215 **331** 427	— — —	349 **457** 521	[1]) —	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	—	—	Zum Bau eines Wasserwerkes in Aussicht genommen.
—	—	0,79	163 **312** 442	— — —	248 **310** 367	[1]) —	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	—	—	Für den Bau eines Wasserwerkes in Aussicht genommen.
—	—	0,77	191 **256** 341	— — —	147 **252** 334	[1]) —	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	—	—	
—	—	0,77	162 **249** 334	— — —	205 **257** 320	[1]) —	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	—	—	
0,14	26,7 % feinkörniger Quarzsand	1,00	181 **229** 300	168 **289** 299	200 **232** 309	—	—	—	I. II.	36,3 36,8	27,6 15,0	43,2 39,1	39,0 30,2	146,1 121,1	70,4		Garnisonbauten und kath. Kirche zu Gleiwitz; Privatbauten.

[1]) Während der Wasseraufnahmebestimmung lösten sich an einzelnen Stellen der Ziegel in Folge des Löschens eingesprengter Aetzkalkstückchen kleine Splitter los.

1.	2.	3.	4.			5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.		
Laufende Nr.	Handels-Bezeichnung des Steines	Herkunft (Ziegelei)	Abmessungen der Steine			Beschaffenheit der Bruchfläche			Eigenes Gewicht der trockenen Steine	Raumgewicht	Specifisches Gewicht	Dichtigkeitsgrad	Wasseraufnahme	
			Länge	Breite	Höhe	Gefüge	Bruch	Farbe					in 24 Stunden	nach Sättigung
			cm						kg	r	s	$\frac{r}{s}$	Gewichtsprocent	
33	Klinker, naß gepreßt, Ringofen (vergl. auch Nr. 61)	Fr. Müller, Ziegelei zu Neuglück b. Eisleben	25,0 (24,8	11,8 11,5	6,5 6,4)	ungleichförmig, körnig, knollig, etwas löcherig, porös	uneben, rauh, ziemlich scharfkantig	roth (braunroth, gelb u. weiß gesprenkelt)	3,118	(1,692) (1,62)	2,654	0,638	12,2	12,5)
													Die in Klammern gesetzten Werthe beziehen	
34	Klinker	Ursprungsangabe nicht gestattet	25	12	6,5	—	—	roth	(3,530)	— (1,81)	—	—	—	—
													Klinker, nicht auf	
35	Pflastersteine	Dampfziegelei Büscher & Co., Caternberg (Rheinland), Bahnanschlüsse an die Köln-Mindener (rechtsrheinische) und Bergisch-Märkische Eisenbahn	10	10	7	dicht, gesintert	scharfkantig, muschelig	hellbraun	—	2,206	2,609	0,846	—	—
			mit 2 runden, horizontalen Löchern von je 9 mm Φ											
36			10	10,5	11,5	dicht, gesintert	scharfkantig, muschelig	hellbraun	—	2,321	2,590	0,896	—	—
			mit 3 runden, horizontalen Löchern von je 12 mm Φ											
37	Trottoir- und Pflasterklinker aus gelbem Lehm ohne Kalk gesumpft, handgestrichen und halbtrocken nachgepreßt, Ringofen, nach besonderem Verfahren	H. G. Thien, Ziegelei, Woppenkamp bei Bockhorn in Oldenburg	22,5	10,5	4,8	gesintert, knollig und rissig	scharfkantig, splittrig bis flachmuschelig	dunkelgrau mit bräunlichem Stich	—	2,137	2,564	0,833	—	—
38			22	10	5,5	gesintert, knollig und rissig	scharfkantig, splittrig bis flachmuschelig	wechselnd hellbraun bis dunkelgraubraun	—	2,108	2,567	0,821	—	—
39	Eisenklinker	Ursprungsangabe nicht gestattet; die Versuche dienten angeblich nur dem Zwecke der Auffindung neuer Zusammensetzungen	19,6	6,5	5,5	dichte, amorphe, gesinterte Grundmasse mit eingesprengten Körnchen von Quarz und kaolinisirtem Feldspath	uneben, etwas splittrig	Bruchfläche dunkelgrau; Oberfläche dunkelbraun	—	2,041	2,529	0,807	—	—
40	4/4-Vollsteine, Klinker, durch Scharfbrand braun glasirt	Nur versuchsweise hergestellt; Ursprungsangabe nicht gewünscht	—	—	—	in röthlichgrauer, dichter, gesinterter Grundmasse sind zahlreiche mittelfeine Körner von weißem Quarz eingestreut	rauh und splittrig, erdig	dunkelbraun	—	1,985	2,523	0,787	—	—

13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.							23.
			Druckfestigkeit σ_B			Biegefestigkeit σ_B			Abnutzbarkeit							
Lösliche Salze	Schlämmrückstände im ungebrannten Stein	$\frac{\sqrt{f}}{l}$	trocken	wassersatt	nach 25maligem Gefrieren	freie Länge l in cm; Widerstandsmoment $W = \frac{b h^2}{6}$	trocken		Versuch Nr.	Gewichtsverlust						Mittlerer Verlust in ccm	Verwendet
										Arbeitsviertel				Gesammt-Gewichtsverlust		
										1	2	3	4			
%			kg/qcm				Bruchlast kg	σ_B kg/qcm		g						
—	—	0,83 (0,84)	177 **200** 218	—	174 **228** 296	l = 20 W = 78,5	570 **813** 1240	52	Härte der Oberfläche sehr ungleich, bis zu 6 (Feldspath), Härte der Bruchfläche 2—3. (Gips-Kalkspath.)								Zu Hoch- und Tiefbauten.
sich auf nachträglich eingesandtes Material																	
—	—	0,82	148 **198** 266	—	—	—	—	—	I.	—	—	—	—	—	—		
									II.	—	—	—	—	—			

THE NEW YORK PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX AND TILDEN FOUNDATIONS.

Druckfestigkeit geprüft.

—	—	—	—	—	—	—	—	—	I.	3,1	3,7	3,9	3,2	13,9	8,1	Keine Angaben.
									II.	4,7	5,6	5,9	5,7	21,9		
—	—	—	—	—	—	—	—	—	I.	2,7	3,5	2,6	3,6	12,4	5,0	
									II.	2,7	2,2	3,5	2,4	10,8		
—	—	—	—	—	—	—	—	—	I.	6,6	5,7	5,9	5,5	23,7	10,2	Trottoir- und Straßenpflaster in Nordwestdeutschland.
									II.	5,4	4,7	4,7	5,0	19,8		
—	—	—	—	—	—	—	—	—	I.	4,6	6,6	6,3	6,1	23,6	10,85	
									II.	4,8	5,5	6,2	5,6	22,1		
—	—	—	—	—	—	—	—	—	I.	6,3	6,0	6,8	6,3	25,4	12,25	Pflasterzwecke.
									II.	6,6	5,7	6,0	6,3	24,6		
—	—	—	—	—	—	—	—	—	I.	12,7	13,0	12,8	10,4	48,9	23,1	Für Rollpflaster in Aussicht genommen.
									II.	10,1	10,6	10,4	11,8	42,9		

1.	2.	3.	4.			5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	
Laufende Nr.	Handels-Bezeichnung des Steines	Herkunft (Ziegelei)	Abmessungen der Steine			Beschaffenheit der Bruchfläche			Eigenes Gewicht der trockenen Steine	Raumgewicht	Specifisches Gewicht	Dichtigkeitsgrad $d = \frac{r}{s}$	Wasseraufnahme	
			Länge	Breite	Höhe	Gefüge	Bruch	Farbe					in 24 Stunden	nach Sättigung
			cm						kg	r	s		Gewichtsprocent	
														2. Hart-
41	Hartbrandsteine	Norddeutsche Klinkerfabrik W. Platz u. Co., Wehmingen b. Sehnde (Hannover)	24,4	11,8	6,3	ungleichförmig, stark knollig, etwas löcherig, porös und rissig	uneben, scharfkantig	gelblich-braunroth, geflammt	3,766	2,082 2,09	2,586	0,805	4,4	4,7
42	Mauersteine, naß gepreßt	Franz Cäsar, Dampfziegelei b. Nienhagen b. Magdeburg	25,5	12	6,5	—	—	roth	(3,850)	— 1,94	—	—	—	—
43	Mauersteine, Sorte I; aus Lehm mit 20 % Kieselfluß und 10 % Sand naß gepreßt, Ringofen	Sonneberger Aktien-Ziegelei	25	12,3	6,8	gleichförmig, stark durchsetzt mit gröberen Sandkörnern	uneben, rauh, ziemlich scharfkantig	ziegelroth in verschiedenen Farbtönen	3,785	1,948 1,80	2,674	0,728	10,3	10,8
44	Maschinensteine aus reinem Thon, naß gepreßt, Ringofen	Ziegelei Nonnenbusch; Rheinische Ziegelwerke, G. m. b. H., Worms a. Rh.	24,5	11,5	6,5	ziemlich gleichförmig, etwas sandig und knollig	flachmuschelig, scharfkantig	hellgelb bis blaßroth, zum Theil mit etwas hellerem Kern	2,754	1,591 1,51	2,740	0,581	19,3	19,7
45	Maschinensteine mit Sandmischung naß gepreßt, Ringofen		24,3	11,3	6,2	gleichförmig, feinkörnig (sandig)	flachmuschelig, scharfkantig	braunroth, weiß und gelb punktirt, mit etwas hellerem Kern	2,840	1,737 1,67	2,628	0,661	13,3	13,6
46	Ziegelsteine	Ursprungsangabe nicht gestattet	24,5	12	6,5	—	—	dunkelroth	(4,060)	— 2,12	—	—	—	—
47	Rothe Handdruckſteine (gen. Rathenower, jetzt nicht mehr gefertigt)	Rothe u. Co. in Parey a. E.	24,75	12	6,25	—	—	dunkelroth	3,610	— 1,94	—	—	—	—
48	Mauersteine aus blauem und weißgrauem Bergthon naß gepreßt, Bührer-Ofen von 8 Kammern	G. Thiemike u. Co., Dampfziegelei Halberstadt	24,75	12	6,5	—	—	blaßroth	3,860	— 2,00	—	—	—	—
49	Hartbrandsteine	Ziegelei Premnitz b. Rathenow	25	12	6,5	—	—	gelblich	(3,960)	— 2,03	—	—	—	—

13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.								23.
			Druckfestigkeit σ_B			Biegefestigkeit σ_B			Abnutzbarkeit								
Lösliche Salze	Schlämmrückstände im ungebrannten Stein	$\frac{\sqrt{f}}{l}$	trocken	wassersatt	nach 25maligem Gefrieren	freie Länge l in cm; Widerstandsmoment $W = \frac{b\,h^2}{6}$	trocken: Bruchlast	trocken: σ_B	Versuch Nr.	Gewichtsverlust: Arbeitsviertel 1	2	3	4	Gesammt-Gewichtsverlust	Mittlerer Verlust in ccm	
%			kg/qcm				kg	kg/qcm		g							
Ziegelsteine.																	
0,04	16 % feinkörniger Quarzsand	0,85	402 **508** 573	395 **486** 551	399 **481** 541	$l = 20$ $W = \frac{11{,}8 \cdot 6{,}5^2}{6}$	1130 1352 1652	87	I. II.	5,3 2,5	8,5 10,4	8,4 8,8	11,5 11,7	33,7 33,4	16,1	—
—	—	0,78	271 **402** 543	—	—	—	—	—	Hochbauten und Kanäle der Betriebs-Inspektion Halberstadt, Bahnhofsbau in Altona, Umfassungsmauern der Kürassierkaserne in Halberstadt; Gebäude, Schornsteine, Schacht- und Streckenausmauerungen, Bassins, Maschinenfundamente der Grube Concordia in Nachterstedt. (Vergl. „Anmerkungen".)							
0,07 vorwiegend Gips	36 % Hauptbestandtheile mittelkörniger Quarzsand, dem gröbere Trümmer von Quarz, Thonschiefer, Sandstein, Ziegeln u. eisenschüssigen Thonkonkretionen beigemengt waren	0,85	239 **397** 536	169 **275** 366	216 **271** 374	—	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	—	Häuser- und Wasserbau; Durchlässe der Werrabahn, Strecke Sonneberg—Lauscha; Absatzgebiet Umkreis von 4 Meilen um Rottenar, Post Oberlind; 30 M. ab Fabrik; 36 M. ab Eisenbahn Sonneberg.
0,34 Hauptbestandtheile Gips u. Aetzkalk	feiner Quarzsand vermengt mit Fragmenten von Konchyliengehäusen	0,81	321 **389** 514	228 **333** 419	282 **356** 438	—	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	—	Kanal-, Kamin- und Häuserbauten in der Rheingegend, Bayern, Elsaß-Lothringen, Baden, Pfalz, Hessen u. s. w.
0,32 Hauptbestandtheile Gips u. Aetzkalk	fein- bis mittelkörniger Quarzsand	0,81	322 **369** 446	320 **379** 454	301 **360** 413	—	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	—	
—	—	0,82	288 **378** 486	—	—	—	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	—	—
—	—	0,83	315 **378** 455	—	—	—	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	—	Zu Bauten in Berlin und Umgegend.
—	mit 25—30 % Sand versetzt (Angabe des Fabrikanten)	0,83	244 **372** 525	—	—	—	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	—	—
—	—	0,81	286 **362** 444	—	—	—	—	—	I. II.	— –	— —	— —	— —	— —	—	Dom zu Berlin.

THE NEW YORK PUBLIC LIBRARY Verwendet ASTOR, LENOX AND TILDEN FOUNDATIONS.

1.	2.	3.	4.			5.	5.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	
Laufende Nr.	Handels-Bezeichnung des Steines	Herkunft (Ziegelei)	Abmessungen der Steine			Beschaffenheit der Bruchfläche			Eigenes Gewicht der trockenen Steine	Raumgewicht	Specifisches Gewicht	Dichtigkeitsgrad $d = \frac{r}{s}$	Wasseraufnahme in 24 Stunden	nach Sättigung
			Länge	Breite	Höhe	Gefüge	Bruch	Farbe						
			cm						kg	r	s		Gewichtsprocent	
50	Ziegelsteine	Ursprungsangabe nicht gestattet	25	12	6,5	—	—	roth	3,620	— 1,86	—	—	—	—
51	Mauersteine	Ursprungsangabe nicht gestattet	25	12	6	—	—	dunkelroth	(3,450)	— 1,91	—	—	—	—
52	Hartbrand-hintermauerungssteine aus tertiärem Thon mit 1/3 Sandzusatz naß gepreßt, Ringofen	Ursprungsangabe nicht gestattet, da ein Theil der Versuchsergebnisse für ungünstig gehalten wird	24,2	11,6	6,4	—	—	blaßroth	(3,583)	— 1,99	—	—	—	—
53	Hartbrandsteine aus grubenfeuchtem Thon gepreßt, Ringofen	Ziegelei Schüßler, Heegermühle	25	12	6,5	—	—	hellgelb	(3,620)	— 1,86	—	—	—	—
54	Hartbrandsteine	Ursprungsangabe nicht gestattet	24,5	11,5	6,5	—	—	blaßroth	3,030	— 1,66	—	—	—	—
55	Backsteine	Ursprungsangabe nicht gestattet	24,5	12	6,5	—	—	dunkelroth	(3,590)	— 1,88	—	—	—	—
56	Mauersteine aus Lias-Thon naß gepreßt, Ringofen	C. Albrecht, Dampfziegelei zu Salzgitter	24	11,5	6	gleichförmige Grundmasse mit feinen bis mittelfeinen Einschlüssen von Thonschiefer und verhärtetem eisenschüssigen Thon	uneben, rauh	roth, in der Mitte eine schmutzig rothbraune Zone	3,572	2,043 2,15	2,743	0,745	6,8	7,70
57	Thonsteine aus rothbrennendem Thon naß gepreßt, Ringofen	M. Perkiewicz, Thon-Werke, Ludwigsberg b. Moschin, Prov. Posen	25,2	12,3	6,6	—	—	dunkelbraun, rothbraun und roth	(4,05)	— 1,97	—	—	—	—

[1]) Die Steine wurden nach der üblichen Frostbeanspruchung im trockenen Zustande geprüft. Während des Gefrierens hatten sich einige genommen wurde.

13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.							23.
			Druckfestigkeit σ_B			Biegefestigkeit σ_B			Abnutzbarkeit							
Lösliche Salze	Schlämmrückstände im ungebrannten Stein	$\frac{\sqrt{f}}{l}$	trocken	wassersatt	nach 25maligem Gefrieren	freie Länge l in cm; Widerstandsmoment $W=\frac{b h^2}{6}$	trocken: Bruchlast	trocken: σ_B	Versuch Nr.	Gewichtsverlust: Arbeitsviertel 1	2	3	4	Gesammt-Gewichtsverlust	Mittlerer Verlust in ccm	Verwendet
%			kg/qcm				kg	$\frac{kg}{qcm}$		g						
0,13	16,5 % hauptsächlich fein- bis mittelkörniger, schmutzig weißer Quarzsand, schwach vermengt mit Körnchen von kohlensaurem Kalk und linsen- bis erbsengroßen Fragmenten verschiedener Gesteinsarten	0,80	185 339 503	222 278 367	260 324 470	—	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	—	—
—	—	0,83	256 332 421	—	—	—	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	—	Die Prüfung auf Druckfestigkeit wurde nur an 5 Proben vorgenommen.
1,48 vorwiegend Gips	—	0,81	272 332 398	—	—	—	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	—	Wasserbauten und Hochbauten.
—	—	0,81	242 327 462	—	—	—	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	—	Dom zu Berlin; vergl. auch Nr. 49.
—	—	0,81	246 323 449	—	281 342 410	[1] —	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	—	Zum Bau eines Wasserwerkes in Aussicht genommen.
—	—	0,80	196 320 400	—	—	—	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	—	—
1,12 vorwiegend Gips	28 % feiner Quarzsand, feine bis erbsengroße Körner von Thonschiefer und erhärtetem eisenschüssigen braunen Thon	0,73	216 308 384,5	234 300 381	249 314 465	—	—	—	Wenn nach Farbe sortirt, werden die Steine zum Verblenden benutzt, sonst im Hochbau (Bahngebäude in Braunschweig, Seesen, Northeim) zu Gewölben, Schachtausmauerungen u. s. w.; in dem Kaliwerke der Gewerkschaft Schlüssel ist ein Schacht von 700 m geplanter Tiefe und 6 m Durchmesser bis auf 250 m mit dem Stein bereits ausgemauert.						
—	—	für 6 Steine 0,81 für 4 Steine 0,83	242 308 357	—	—	Für Fundament-, Sockel-, Gewölbe-, Stützmauerwerk, zur Verblendung und für Wasserbauten; Rohbauten der Eisenbahn-Betriebs-Inspektionen Posen, Lissa, Gnesen, Inowrazlaw, Frankfurt a. O.; Festungswerk Posen; Schlacht- und Viehhof sowie Schulen zu Posen; Kaserne in Gnesen; Kreisständehäuser, kathol. u. evangel. Kirchen zu Jersitz, Crempin, Ober-Pritschen, Schrimm; St. Mauritius- und St. Laurentius Kirchen in Breslau; zahlreiche Privatbauten; aus demselben Material hergestellt Dachpfannen (Mönche und Nonnen), z. B. neues Amtsgerichtsgebäude Berlin, und Drainröhren.						

größere Splitter von den Steinen losgelöst. Ein Stein war derartig durch den Frost beschädigt, daß von seiner Prüfung auf Druckfestigkeit Abstand

1.	2.	3.	4.			5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	
Laufende Nr.	Handels-Bezeichnung des Steines	Herkunft (Ziegelei)	Abmessungen der Steine			Beschaffenheit der Bruchfläche			Eigenes Gewicht der trockenen Steine	Raumgewicht	Specifisches Gewicht	Dichtigkeitsgrad	Wasseraufnahme	
			Länge	Breite	Höhe	Gefüge	Bruch	Farbe					in 24 Stunden	nach Sättigung
			cm						kg	r	s	$d = \frac{r}{s}$	Gewichtsprocent	
58	Hartbrandsteine	Maywald u. Steinberg, Ziegelei bei Königswusterhausen	25	12	6,5	—	—	gelblich	3,230	— 1,66	—	—	—	—
59	Hartbrandsteine	Ursprungsangabe nicht gestattet	25	12	6	—	—	blaßroth	(3,194)	— 1,77	—	—	—	—
60			24,5	12	6,5	—	—	blaßroth	3,060	— 1,60	—	—	—	—
61	Gewöhnliche (hartgebrannte) Mauersteine, naß gepreßt, Ringofen (vergl. auch Nr. 33)	Fr. Müller, Ziegelei zu Neuglück bei Eisleben	24,9 (24,9	11,5 11,5	6,5 6,4)	Ungleichförmig, körnig, knollig, etwas löcherig, porös	uneben, rauh, ziemlich scharfkantig	braunroth, gelb und weiß gesprenkelt	3,123	(1,700 1,68	2,649	0,642	13,4	13,7

Die in Klammern gesetzten Werthe bezieher

Hartbrandsteine, nicht auf

62	Hartbrandziegel aus geschlemmtem Thon naß gepreßt, Ringofen	Friedr. Hoffmann, Ziegelei am Gleuensee bei Templin	24,5	11,1	6,7	ziemlich gleichförmig dicht, an einzelnen Stellen zelligporös, schwach durchsetzt mit einzelnen Körnern verschiedener Art: Granit, Quarz und kohlensaurem Kalk[3])	muschelig, scharfkantig	gelb	—	—	—	—	—	—

3. Ver-

63	Verblender aus Wiesenerde der Elbniederung, naß gepreßt, Ringofen	H. Zastrow, Wittenberg, Post-Bez. Halle a. S.	25	12	6,75	gleichförmig, scharf gebrannt	flachmuschelig scharfkantig	dunkelroth	4,180	2,022 2,06	2,626	0,770	5,24	5,63
64	Gelbgebrannte Verblender, ¾ Vollsteine	Grube Ilse, Bergbau-A.-G. zu Grube Ilse N./L.; aus Braunkohlenthon naß gepreßt u. im Mendheim'schen Gas-Ringofen gebrannt	25	12,5	6,9	—	—	gelblich	(4,470)	— 2,16	—	—	—	—

[1]) Die Steine wurden nach der üblichen Frostbeanspruchung im trockenen Zustande geprüft. Nach mehrmaliger Frostbeanspruchung zeigten Steinen bemerkt. Zwei Steine, welche wie die anderen gefroren, aber in warmem Wasser aufgethaut wurden, zeigten schon nach zweimaliger Fros

[2]) Die Steine wurden nach der üblichen Frostbeanspruchung im trockenen Zustande geprüft.

[3]) Zwei Ziegelstücke wurden im Papin'schen Topfe frei aufgehängt und drei Stunden dem gespannten Wasserdampfe ausgesetzt. Nach dieser

[4]) Die erhaltenen Salze waren im Wasser leicht löslich und zeigten alkalische Reaktion; Schwefelsäure war nur in sehr geringen Mengen Wasser angefeuchtet. Es zeigte sich alkalische Reaktion, die auf die Anwesenheit von Aetzkalk neben dem kohlensauren Kalke hinweist.

13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.							23.
Lösliche Salze	Schlämmrückstände im ungebrannten Stein	$\frac{\sqrt{f}}{l}$	Druckfestigkeit σ_B			Biegefestigkeit σ_B			Abnutzbarkeit							Verwendet
			trocken	wasserfatt	nach 25maligem Gefrieren	freie Länge l in cm; Widerstandsmoment $W = \frac{b h^2}{6}$	trocken Bruchlast	trocken σ_B	Versuch Nr.	Gewichtsverlust Arbeitsviertel 1	2	3	4	Gesammt-Gewichtsverlust	Mittlerer Verlust in ccm	
%			kg/qcm				kg	kg/qcm		g						
—	—	0,85	198 **281** 352	—	—	—	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	—	Neubau des Domes und des Königl. Marstalles in Berlin, Städt. Wasserwerke am Müggelsee u. a. öffentliche und private Bauten.
—	—	0,84	199 **260** 365	—	183 **271** 412	[1]) —	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	—	Für den Bau eines Wasserwerkes in Aussicht genommen.
—	—	0,83	131 **212** 318	—	179 **250** 310	[2]) —	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	—	
—	—	0,82 (0,81)	146 **207** 249	—	159 **196** 275	l = 20 W = 78,5	510 **643** 920	41	Härte der Oberfläche sehr ungleich bis zu 6 (Feldspath), Härte der Bruchfläche 2—3 (Gips-Kalkspath)							Zu Hoch- und Tiefbauten.

ich auf nachträglich eingesandtes Material

Druckfestigkeit geprüft.

0,122 4,	—	—	—	—	-	—	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	—	Zu den Fundamenten (Brunnen) der Fährsenbrücke der Eisenbahn-Neubaustrecke Templin—Prenzlau.

blendsteine.

0,04	6,5 % zur Hälfte feiner, weißer Quarzsand, zur Hälfte harte, braune, stark eisenschüssige Thonkörnchen bis zu Linsengröße	0,94	637 **706** 786	461 **631** 738	302 **517** 607	—	—	—	Wasserbauten; Quaimauerverblendung am Nordostseekanal Brunsbüttel und Holtenau; Hafen Stettin; Schulen in Altona, Hamburg, Stettin, Berlin, Ploen; Kasernen in Dessau, Berlin, Rendsburg, Stettin; Kirchen, Gerichtsgebäude u. s. w.							
—	—	0,80	482 **547** 613	—	—	—	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	—	Absatzgebiet: Deutschland, Rußland, Finnland und Schweden (vergl. die Anmerkung).

: Steine große schalige Absplitterungen und quer verlaufende Haarrisse. Diese Haarrisse wurden am Schluß der Prüfung noch bei drei weiteren wirkung Längsquerrisse und splitterten nach dreimaliger Frostwirkung schalenförmig ab.

Beanspruchung zeigten sich die Proben unverändert.

rhanden. Kalk war deutlich nachweisbar. Aus mehreren Steinstücken wurden einige Kalkkörner vorsichtig herausgelöst, etwas zerrieben und mit

1.	2.	3.	4.			5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	
Laufende Nr.	Handels-Bezeichnung des Steines	Herkunft (Ziegelei)	Abmessungen der Steine			Beschaffenheit der Bruchfläche			Eigenes Gewicht der trockenen Steine	Raumgewicht	Specifisches Gewicht	Dichtigkeitsgrad	Wasseraufnahme	
			Länge	Breite	Höhe	Gefüge	Bruch	Farbe					in 24 Stunden	nach Sättigung
			cm						kg	r	s	$\frac{r}{s}$	Gewichtsprocent	
65	¾ Verblendklinker aus Poleyer Thon naß gepreßt, Gas-Kanonenofen	Verblendsteinfabrik Poley der Braunkohlenwerke und Brikettfabriken Fritz Friedlaender, Berlin	24,8	12,0	6,9	gleichförmig dicht, mit größeren u. kleineren Quarzkörnern durchsetzt	muschelig, scharfkantig	bräunlich-gelbroth	4,145	2,132 2,01	2,569	0,830	2,28	3,50
66	Verblendklinker	Ursprungsangabe nicht gestattet	24,75	12	6,75	—	—	dunkelroth	4,035	— 2,01	—	—	—	—
67	Verblender, naß gepreßt, Ringofen	G. Brumund, Ziegelei Barelerhafen bei Varel a. d. Jade	25	12,5	6	schwach porös, gleichförmig	unregelmäßig, scharfkantig	roth	3,205	1,678 1,71	2,635	0,636	10,5	12,48
68	¾ gelbe Vollverblendsteine aus Poleyer Thon naß gepreßt, Gas-Kanonenofen	Verblendsteinfabrik Poley der Braunkohlenwerke und Brikettfabriken Fritz Friedlaender, Berlin	25,1	12,0	6,9	gleichförmig dicht, durchsetzt mit größeren u. kleineren Quarzkörnern	unregelmäßig bis muschelig	hellröthlich-gelb, im Innern dunkler	4,110	2,172 1,98	2,572	0,844	4,56	4,98
69	Prima Ringofensteine zum Verblenden u. Hintermauern; aus Lehm naß gepreßt; täglich 45—50 000	Ziegelei der Aktiengesellschaft Dortmunder Bürgerliches Brauhaus	25,1	11,9	6,8	—	—	braunroth	(3,285)	— 1,61	—	—	—	—
70	Verblendziegel	Ziegelei von Philipp Holzmann u. Co. in Sauen b. Pfaffendorf i. M.	25,4	12,4	6,8	mit 10 vertikalen Löchern von etwa 0,8 cm Durchm.	—	roth	(4,140)	— 1,94	—	—	9,8	11,1
71	Rothe gelochte ¾ Verblendsteine	Ursprungsangabe nicht gestattet	Vollziegel mit 8 vertikalen runden Löchern von je 2,2 cm Durchm.			—	—	roth	(3,383)	—	—	—	—	—
72	Verblender, naß gepreßt, Ringofen	Georg Altmann, Verblendsteinwerk Tippelskirchen bei Calbe (Saale)	25	12	6,5	—	—	hellroth	(3,750)	— 1,92	—	—	—	—
73	Verblender (auch Hintermauerungsstein), naß gepreßt, Ringofen	Burmester u. Basedow, Dampfziegelei Buchhorst bei Lauenburg a. E., gegründet 1850	24,5	12	6,5	gleichförmig, porös	unregelmäßig, scharfkantig	roth	3,375	1,733 1,76	2,589	0,669	11,69	12,29
74	Verblendsteine	Ursprungsangabe nicht gestattet	25,5	12,5	6,5	—	—	roth	3,880	— 1,87	—	—	—	—

[1]) Die Steine wurden nach der üblichen Frostbeanspruchung im trockenen Zustande geprüft.

13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.								23.
			Druckfestigkeit σ_B			Biegefestigkeit σ_B			Abnutzbarkeit								
Lösliche Salze	Schlämmrückstände im ungebrannten Stein	$\frac{\sqrt{f}}{l}$	trocken	wassersatt	nach 25maligem Gefrieren	freie Länge l in cm; Widerstandsmoment $W = \frac{b h^2}{6}$	trocken: Bruchlast	trocken: σ_B	Versuch Nr.	Gewichtsverlust: Arbeitsviertel 1	2	3	4	Gesammt-Gewichtsverlust	Mittlerer Verlust in ccm	
%			kg/qcm				kg	kg/qcm		g						
0,051	24,63 % zumeist feiner Quarzsand, daneben größere Quarzkörner und schwach eisenhaltige kleine Thonstückchen	0,81	369 465 556	370 409 485	358 411 461	—	—	—	I. II.	5,5 2,3	8,2 10,1	11,9 13,9	8,6 10,5	34,2 36,8	16,7	Fassaden in Berlin: 1. Chem. Institut der Universität; Berl. Bierbrauerei-Akt.-Ges. Hilsebein; Union Friedrichstr. 12 und Lindenstraße 101/102; Wohnhaus Elbingerstr. 13, Kaufhaus Rosenstr. (für die letzter. drei Hoffassaden); Absatz außerdem nach dem Königreich Sachsen, besonders Dresden.
—	—	0,76	279 394 442	—	—	—	—	—	I. II.	—	—	—	—	—	—	—
0,27	—	0,88	301 384 500	279 380 484	258 315 373	—	—	—	Königl. Deckoffizierschule Wilhelmshafen; Bahnhofsneubauten der Oldenburger Eisenbahn; Kirchen und Schulen in Varel und Wilhelmshafen; Privathäuser in Varel, Jever, Wilhelmshafen, Nordseeinseln, Oldenburg und Ostfriesland.							
0,064	11,53 % zumeist feiner Quarzsand, gemengt mit größeren Quarzkörnern	0,81	317 375 440	313 386 448	303 358 428	—	—	—	Fassaden in Berlin: 1. Chem. Institut der Universität; Berl. Bierbrauerei-Akt.-Ges. Hilsebein; Union Friedrichstraße 12 und Lindenstraße 101/102; Wohnhaus Elbingerstr. 13, Kaufhaus Rosenstraße (für die letzteren drei Hoffassaden); Absatz außerdem nach dem Königreich Sachsen, besonders Dresden.							
—	—	0,78	264 362 474	—	—	—	—	—	I. II.	—	—	—	—	—	—	Meist zum Häuserbau, außerdem aber zum Errichten von Kohlentrockenthürmen auf Zechen; Absatz bis Münster i. W. 21—22 M.
—	—	0,83	277 381 402	—	209 310 440	—	—	—	I. II.	—	—	—	—	—	—	—
—	—	0,80	256 325 440	—	—	—	—	—	I. II.	—	—	—	—	—	—	—
—	—	0,83	222 280 339	—	—	Postgebäude in Aken a. E., Alsleben a. S., Atzendorf, Ballenstedt a. H., Barby a. E., Calbe a. S., Gerbstedt, Güsten, Raguhn, Schönebeck a. E.; Kirchen in Berlin (Heilandkirche), Baasdorf, Thurau, Trebbichau, Großottersleben, Letzlingen, Buchau, Zerbst; Turnhallen Stephanstraße, Wallstraße, Mariannenstraße Berlin, Bürgerschule u. Turnhalle Schloßstraße Charlottenburg; Synagoge in Cöthen; Gasanstalten in Leipzig und Halberstadt u. s. w.							
0,146	3,87 % feiner bis mittelfeiner Quarzsand, vermischt mit einzelnen Thonstückchen und wenigen weißen Glimmerplättchen	0,82	163 251 318	157 267 346	180 237 284	1865 Lombardsbrücke in Hamburg; Petrikirche in Hamburg, Gymnasium in Emden; Pumpstation in Sande; Strafanstalt und Kaserne in Lüneburg; Amtsgericht in Lauenburg a. E.; Kirchen in Pötrau, Witzeeze, Hittbergen; zur Ilmenau-Kanalisirung in Lüneburg; Schleusen bei Fahrenholz und Wittorf und Beamtenhäuser an beiden Stellen; Thurmbau in Winsen a. Luhe; Neubau Hagenow—Oldesloer Bahn.							
—	—	0,81	120 175 259	—	145 165 212	[1]) —	—	—	I. II.	—	—	—	—	—	—	Für den Bau eines Wasserwerkes in Aussicht genommen.

THE NEW YORK PUBLIC LIBRARY Verwendet ASTOR, LENOX AND TILDEN FOUNDATIONS.

1.	2.	3.	4.			5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	
Laufende Nr.	Handels-Bezeichnung des Steines	Herkunft (Ziegelei)	Abmessungen der Steine			Beschaffenheit der Bruchfläche			Eigenes Gewicht der trockenen Steine	Raumgewicht	Specifisches Gewicht	Dichtigkeitsgrad	Wasseraufnahme	
			Länge	Breite	Höhe	Gefüge	Bruch	Farbe					in 24 Stunden	nach Sättigung
			cm						kg	r	s	$\frac{d=r}{s}$	Gewichtsprocent	
75	Gelbgebrannte Verblender, 1/4 Sechslochsteine (Ecken)	Ziegelei Ilse, Bergbau-Akt.-G. zu Grube Ilse N./L.	18,6	12,2	7,1 mit 6 Löchern von je etwa 1,9.1,6 cm Querschnitt	gleichförmig, feinkörnig	scharfkantig, splittrig bis flachmuschelig	bräunlich	3,080	2,117 1,92	2,528	0,837	3,7	4,1
76	Naturfarbene Verblendsteine, gelbe 1/2 Zweilochsteine, naß gepreßt, Ringofen	Siegersdorfer Werke vorm. Friedr. Hoffmann, Siegersdorf i. Schles. (vergl. die Anmerkung)	1/4 Hohlziegel mit 2 quadratischen Löchern von 2,5 . 2,5 cm Querschnitt (mit abgerundeten Ecken)			gleichförmig, dicht	scharfkantig, unregelmäßig	hellgelb	(1,663)	2,142	2,548	0,841	0,77	1,32
77	1/4 kleingelochte Verblender aus Diluvialthon naß gepreßt, im Ringofen gebrannt	Ziegelei Sauen bei Pfaffendorf (Mark), Phil. Holzmann u. Co., Frankfurt a. M.	25	12,5	6,5 mit 10 runden vertikalen Löchern von je 1 cm Durchmesser	—	—	hellbraun	(3,924)	— 1,93	—	—	—	—
78						—	—	bräunlich	(3,915)	— 1,92	—	—	—	—
79	Naturfarbene Steine, weiße 1/2 Zweilochsteine, naß gepreßt, Ringofen	Siegersdorfer Werke vorm. Friedr. Hoffmann, Siegersdorf i. Schles. (vergl. die Anmerkung)	1/4 Hohlziegel mit 2 Langlöchern von etwa je 3 . 2,6 cm Querschnitt (mit abgerundeten Ecken)			—	—	weiß	(1,540)	—	—	—	—	—
80	Naturfarbene Steine, grauweiße 1/2 Zweilochsteine, naß gepreßt, Ringofen		1/4 Hohlziegel mit 2 Langlöchern von etwa je 3 . 3 cm Querschnitt (mit abgerundeten Ecken)			—	—	grauweiß	(1,490)	—	—	—	—	—
81	Gelbgebrannte Verblender, 1/2 Zweilochsteine (Köpfe)	Grube Ilse, Bergbau-A.-G. zu Grube Ilse N./L.; aus Braunkohlenthon naß gepreßt u. im Mendheimschen Gas-Ringofen gebrannt	12,3	12,3	7,0 mit 2 Langlöchern von je 2,6 . 2,1 cm Querschnitt	—	—	gelblich	(1,935)	— 1,82	—	—	—	—
82	Verblender aus Diluvialthon naß gepreßt, Ringofen	H. Meinecke, Dampfziegelei Pavelwitz bei Hundsfeld i. Schles.	1/2 Hohlziegel mit 2 Langlöchern von je 2,6 . 2,2 cm Querschnitt			gleichförmig dicht, körnig	scharfkantig, splittrig bis muschelig	dunkelroth	1,708	1,948	2,584	0,754	8,55	9,22
83	Naturfarbene Verblendsteine, dunkelrothe 1/2 Zweilochsteine, naß gepreßt, Ringofen	Siegersdorfer Werke vorm. Friedr. Hoffmann, Siegersdorf i. Schles. (vergl. die Anmerkung)	1/4 Hohlziegel mit 2 Langlöchern von etwa je 3,2 . 3 cm Querschnitt (mit abgerundeten Ecken)			—	—	dunkelroth	(1,480)	—	—	—	—	—

[1]) Die Ziegel wurden für die Druckfestigkeitsversuche auf beiden Druckflächen mit Portlandcement abgeglichen.

[2]) Die Ziegel wurden in zwei Hälften geschnitten und je eine Hälfte ohne weitere Vorbereitung zwischen ebenen Flächen zerdrückt.

[3]) Die Ziegel wurden auf beiden Druckflächen mit Portlandcement abgeglichen.

13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.							23.
Lösliche Salze %	Schlämmrückstände im ungebrannten Stein	$\frac{\sqrt{f}}{l}$	Druckfestigkeit σ_B			Biegefestigkeit σ_B			Abnutzbarkeit							Verwendet
							trocken		Versuch Nr.	Gewichtsverlust					Mittlerer Verlust in ccm	
										Arbeitsviertel				Gesammt-Gewichtsverlust		
										1	2	3	4			
			trocken	wassersatt	nach 25maligem Gefrieren	freie Länge l in cm; Widerstandsmoment $W = \frac{bh^2}{6}$	Bruchlast	σ_B								
			kg/qcm				kg	$\frac{kg}{qcm}$		g						
0,10	27 % feinkörniger Quarzsand	1,84	1019 1197 1359	1091 1159 1273	976 1186 1263	[1]) —	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	— —	Vergl. „Anmerkungen".
0,047	staubfeiner bis grobkörniger Quarzsand und zerkleinertes gesintertes Material verschied. Größe	1,72	536 687 818	475 645 793	589 667 764	—	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	— —	Vergl. „Anmerkungen".
—	—	1,81	482 577 708	—	—	—	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	— —	Charité Berlin; Amtsgericht Kalkberge Rüdersdorf; Kasernen Fürstenwalde; Kirche Glienicke.
—	—	1,96 [2])	(470) (503) (553)	—	—	—	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	— —	
—	—	1,71	297 442 504	—	—	—	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	— —	Vergl. „Anmerkungen".
—	—	1,71	297 415 514	—	—	—	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	— —	
—	—	1,60 [2])	318 389 417	—	—	—	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	— —	Absatzgebiet: Deutschland, Rußland, Finnland und Schweden (vergl. die Anmerkung).
0,23	16,7 % [3]) feiner gelblicher Quarzsand, gemengt mit gröberen, weißen Quarzkörnern, eisenschüssigen Thonstückchen u. kohlensäurehaltigen Körnern	1,79	324 374 466	249 377 469	268 388 517	[5]) —	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	— —	Verblendsteinfabrikation, weil nicht einträglich, aufgegeben; aus demselben Material werden jetzt Hintermauerungssteine, poröse Hohlsteine zu Deckenkonstruktionen, Strangfalzziegel und Drainröhren hergestellt.
—	—	1,71	261 344 406	—	—	—	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	— —	Vergl. „Anmerkungen".

[3]) Einige Stücke der Ziegel, im Papinschen Topfe gekocht, zeigten nach dreistündigem Kochen keine Veränderung.

[5]) Die in einer Druckfläche der Ziegel befindlichen Riffeln wurden mit Gips ausgegossen, sodann wurden beide Druckflächen parallel und eben geschliffen.

1.	2.	3.	4.			5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	
Laufende Nr.	Handels-Bezeichnung des Steines	Herkunft (Ziegelei)	Abmessungen der Steine			Beschaffenheit der Bruchfläche			Eigenes Gewicht der trockenen Steine	Raumgewicht	Specifisches Gewicht	Dichtigkeitsgrad $d = \frac{r}{s}$	Wasseraufnahme	
			Länge	Breite	Höhe	Gefüge	Bruch	Farbe					in 24 Stunden	nach Sättigung
			cm						kg	r	s		Gewichtsprocent	
84	Naturfarbene Verblendsteine, lederfarbene ¹/₂ Zweilochsteine, naß gepreßt, Ringofen	Siegersdorfer Werke vorm. Friedr. Hoffmann, Siegersdorf i. Schles. (vergl. die Anmerkung)	¹/₄ Hohlziegel mit 2 Langlöchern von etwa je 3 . 3 cm Querschnitt (mit abgerundeten Ecken)			—	—	lederfarben	(1,540)	—	—	—	—	—
85	Verblender, naß gepreßt, Ringofen	Ernstsche Ziegelei bei Gleidingen, Reg.-Bez. Hildesheim	12,4	6,35	6,9 mit 2 vertikalen Löchern von 2,5 . 2,5 cm Querschnitt	ziemlich gleichförmig, mit vereinzelten parallel verlaufenden Haarrissen	uneben, rauh, in kleinen Stücken splittrig bis erdig	hellgelb	0,802	— 1,48	—	—	14,36	15,16
86			12,2	6,1	6,8 mit 2 vertikalen Löchern von 2,8 . 2,8 cm Querschnitt	im Ganzen gleichförmig, mit vereinzelten Knollen und parallel verlaufenden Haarrissen durchsetzt	uneben, rauh, in kleinen Stücken splittrig bis erdig	dunkelroth	0,822	— 1,63	—	—	5,94	6,84
87	Naturfarbene Verblendsteine, gelbe ¹/₄ Lochsteine (Riemchen), naß gepreßt, Ringofen	Siegersdorfer Werke vorm. Friedr. Hoffmann, Siegersdorf i. Schles. (vergl. die Anmerkung)	¹/₄ Hohlziegel mit ein. horizontalen Loche von 2,75 . 2,50 cm Querschn. (mit abgerundeten Ecken)			—	—	hellgelb	(0,883)	—	—	—	4,02	4,64
88	Gelbgebrannte Verblender, ¹/₄ Einlochsteine (Köpfe)	Grube Ilse, Bergbau-A.-G. zu Grube Ilse N. L.; aus Braunkohlenthon naß gepreßt u. im Mendheimschen Gas-Ringofen gebrannt	12,3	7,2	6,9 mit einem Langloch von 2,6 . 2,6 cm Querschnitt	—	—	gelblich	(1,115)	— 1,82	—	—	—	—
89	Verblender, naß gepreßt, Ringofen	A. Hönck, Dampfziegelei, Harbleck, P. Oldenswort	¹/₄ Hohlziegel (Riemchen) mit einem quadratischen Langloche von 2 . 2 cm			gleichförmig, in der Thonsubstanz liegen zahlreiche kleine Quarzkörner eingestreut	unregelmäßig, splittrig	roth	0,665	2,051	2,621	0,783	6,0	6,8
														4. Poröse
90	Poröse Mauersteine, naß gepreßt, Ringofen	Dampfziegelei Zeundorf, Stat. Groß-Weißandt; Produktion jährl. 3 Millionen Steine aller Art	25	12,25	6,5	—	—	gelb bis blaßroth	(2,425)	— 1,22	—	—	—	—

[1]) Die Ziegel wurden auf beiden Druckflächen mit Portlandcement abgeglichen.

13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.							23.
			Druckfestigkeit σ_B			Biegefestigkeit σ_B			Abnutzbarkeit							
Lösliche Salze	Schlämmrückstände im ungebrannten Stein	$\frac{\sqrt{f}}{l}$	trocken	wasserfatt	nach 25maligem Gefrieren	freie Länge l in cm; Widerstandsmoment $W = \frac{b h^2}{6}$	trocken		Versuch Nr.	Gewichtsverlust						Mittlerer Verlust in ccm	Verwendet
							Bruchlast	σ_B		Arbeitsviertel				Gesammt-Gewichtsverlust		
										1	2	3	4			
%			kg/qcm				kg	$\frac{kg}{qcm}$		g						
—	—	1,73	250 311 420	—	—	—	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —		—	Vergl. „Anmerkungen“.
0,30	14,0 % Hauptbestandtheile: fein- bis mittelkörniger Quarzsand; mehr oder weniger untergeordnete Beimengungen: Thonschiefer, Sandstein, Brauneisenstein, vermoderte Pflanzentheile	1,20	507 596 668	484 572 679	529 614 740	—	—	—	I. II.	— 	— —	— —	— —	— —		-	Von der städtischen Bauverwaltung in Wolfenbüttel zum Häuserbau, vergl. Nr. 86.
0,16	16,8 % Hauptbestandtheile: fein- bis mittelkörniger Quarzsand; mehr oder weniger untergeordnete Beimengungen: Thonschiefer, Schieferthon, Sandstein	1,11	383 484 546	319 457 518	405 469 535	--	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —		—	Von der städtischen Bauverwaltung in Wolfenbüttel zum Häuserbau (vergl. „Anmerkungen“).
—	—	1,22	300 354 407	227 300 330	—	—	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —		—	Vergl „Anmerkungen“.
—	—	1,21 [1]	219 316 398	—	—	—	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —		—	Absatzgebiet: Deutschland, Rußland, Finnland und Schweden (vergl. die Anmerkung).
0,09	20,5 % feiner, weißer Quarzsand, vermengt mit feinen bis linsengroßen Thonkörnern und einzelnen kleinen Splittern von Kohle und Magneteisen	1,29	170 227 278	109 192 276	154 215 290	—	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —		—	Häuserbau.
Steine.																	
-	—	0,84	77 151 232	—	—	—	—	—									Kirchen, Schulen, Wohnhäuser und landwirthschaftliche Bauten, vorwiegend an Herzogl. Anhaltische Baubehörden; Zucker-, Malz- u. chemische Fabriken; die Ziegelei fabrizirt außer porösen Steinen auch rothe und gelbe Vollsteine zur Vor- und Hintermauerung, Formsteine und poröse Deckensteine.

1.	2.	3.	4.			5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	
Laufende Nr.	Handels-Bezeichnung des Steines	Herkunft (Ziegelei)	Abmessungen der Steine			Beschaffenheit der Bruchfläche			Eigenes Gewicht der trockenen Steine	Raumgewicht	Specifisches Gewicht	Dichtigkeitsgrad $d = \frac{r}{s}$	Wasseraufnahme	
			Länge	Breite	Höhe	Gefüge	Bruch	Farbe					in 24 Stunden	nach Sättigung
			cm						kg	r	s		Gewichtsprocent	
84	Naturfarbene Verblendsteine, lederfarbene ¹/₂ Zweilochsteine, naß gepreßt, Ringofen	Siegersdorfer Werke vorm. Friedr. Hoffmann, Siegersdorf i. Schles. (vergl. die Anmerkung)	¹/₄ Hohlziegel mit 2 Langlöchern von etwa je 3 . 3 cm Querschnitt (mit abgerundeten Ecken)			—	—	lederfarben	(1,540)	—	—	—	—	—
85	Verblender, naß gepreßt, Ringofen	Ernstsche Ziegelei bei Gleidingen, Reg.-Bez. Hildesheim	12,4	6,35	6,9 mit 2 vertikalen Löchern von 2,5 . 2,5 cm Querschnitt	ziemlich gleichförmig, mit vereinzelten parallel verlaufenden Haarrissen	uneben, rauh, in kleinen Stücken splittrig bis erdig	hellgelb	0,802	— 1,48	—	—	14,36	15,16
86			12,2	6,1	6,8 mit 2 vertikalen Löchern von 2,8 . 2,8 cm Querschnitt	im Ganzen gleichförmig, mit vereinzelten Knollen und parallel verlaufenden Haarrissen durchsetzt	uneben, rauh, in kleinen Stücken splittrig bis erdig	dunkelroth	0,822	— 1,63	—	—	5,94	6,84
87	Naturfarbene Verblendsteine, gelbe ¹/₄ Lochsteine (Riemchen), naß gepreßt, Ringofen	Siegersdorfer Werke vorm. Friedr. Hoffmann, Siegersdorf i. Schles. (vergl. die Anmerkung)	¹/₄ Hohlziegel mit ein. horizontalen Loche von 2,75 . 2,50 cm Querschn. (mit abgerundeten Ecken)			—	—	hellgelb	(0,883)	—	—	—	4,02	4,64
88	Gelbgebrannte Verblender, ¹/₄ Einlochsteine (Köpfe)	Grube Ilse. Bergbau-A.-G. zu Grube Ilse N. L.; aus Braunkohlenthon naß gepreßt u. im Mendheimschen Gas-Ringofen gebrannt	12,3	7,2	6,9 mit einem Langloch von 2,6 . 2,6 cm Querschnitt	—	—	gelblich	(1,115)	— 1,82	—	—	—	—
89	Verblender, naß gepreßt, Ringofen	A. Hönck, Dampfziegelei, Harbleck, P. Oldenswort	¹/₄ Hohlziegel (Riemchen) mit einem quadratischen Langloche von 2 . 2 cm			gleichförmig, in der Thonsubstanz liegen zahlreiche kleine Quarzkörner eingestreut	unregelmäßig, splittrig	roth	0,665	2,051	2,621	0,783	6,0	6,8
														4. Poröse
90	Poröse Mauersteine, naß gepreßt, Ringofen	Dampfziegelei Zeundorf, Stat. Groß-Weißandt; Produktion jährl. 3 Millionen Steine aller Art	25	12,25	6,5	—	—	gelb bis blaßroth	(2,425)	— 1,22	—	—	—	—

[1]) Die Ziegel wurden auf beiden Druckflächen mit Portlandcement abgeglichen.

13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.								23.
Lösliche Salze	Schlämmrückstände im ungebrannten Stein	$\frac{\sqrt{f}}{l}$	Druckfestigkeit σ_B			Biegefestigkeit σ_B			Abnutzbarkeit								Verwendet
						freie Länge l in cm; Widerstandsmoment $W = \frac{b h^2}{6}$	trocken		Versuch Nr.	Gewichtsverlust					Mittlerer Verlust in ccm		
										Arbeitsviertel				Gesammt-Gewichtsverlust			
			trocken	wassersatt	nach 25maligem Gefrieren		Bruchlast	σ_B		1	2	3	4				
%			kg/qcm				kg	$\frac{kg}{qcm}$		g							
—	—	1,73	250 **311** 420	—	—	—	—	—	I.	—	—	—	—	—	—		Vergl. „Anmerkungen".
									II.	—	—	—	—	—			
0,30	14,0 % Hauptbestandtheile: fein- bis mittelkörniger Quarzsand; mehr oder weniger untergeordnete Beimengungen: Thonschiefer, Sandstein, Brauneisenstein, vermoderte Pflanzentheile	1,20	507 **596** 668	484 **572** 679	529 **614** 740	—	—	—	I.	—	—	—	—	—	-		Von der städtischen Bauverwaltung in Wolfenbüttel zum Häuserbau, vergl. Nr. 86.
									II.		—	—	—	—			
0,16	16,8 % Hauptbestandtheile: fein- bis mittelkörniger Quarzsand; mehr oder weniger untergeordnete Beimengungen: Thonschiefer, Schieferthon, Sandstein	1,11	383 **484** 546	319 **457** 518	405 **469** 535	--	—	—	I.	—	—	—	—	—	—		Von der städtischen Bauverwaltung in Wolfenbüttel zum Häuserbau (vergl. „Anmerkungen").
									II.	—	—	—	—	—			
—	—	1,22	300 **354** 407	227 **300** 330	—	—	—	—	I.	—	—	—	—	—	—		Vergl „Anmerkungen".
									II.	—	—	—	—	—			
—	—	1,21 [1])	219 **316** 398	—	—	—	—	—	I.	—	—	—	—	—	—		Absatzgebiet: Deutschland, Rußland, Finnland und Schweden (vergl. die Anmerkung).
									II.	—	—	—	—	—			
0,02	20,5 % feiner, weißer Quarzsand, vermengt mit feinen bis linsengroßen Thonkörnern und einzelnen kleinen Splittern von Kohle und Magneteisen	1,29	170 **227** 278	109 **192** 276	154 **215** 290	—	—	—	I.	—	—	—	—	—	—		Häuserbau.
									II.	—	—	—	—	—			

Steine.

—	—	0,84	77 **151** 232	—	—	—	—	—	Kirchen, Schulen, Wohnhäuser und landwirthschaftliche Bauten, vorwiegend an Herzogl. Anhaltische Baubehörden; Zucker-, Malz- u. chemische Fabriken; die Ziegelei fabrizirt außer porösen Steinen auch rothe und gelbe Vollsteine zur Vor- und Hintermauerung, Formsteine und poröse Deckensteine.		

1.	2.	3.	4.			5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	
Laufende Nr.	Handels-Bezeichnung des Steines	Herkunft (Ziegelei)	Abmessungen der Steine			Beschaffenheit der Bruchfläche			Eigenes Gewicht der trockenen Steine	Raumgewicht	Specifisches Gewicht	Dichtigkeitsgrad $d = \frac{r}{s}$	Wasseraufnahme	
			Länge	Breite	Höhe	Gefüge	Bruch	Farbe					in 24 Stunden	nach Sättigung
			cm						kg	r	s		Gewichtsprocent	
91	Poröse Hohlziegel, naß gepreßt, Ringofen	Dampfziegelei Zeundorf, Stat. Groß-Weißandt; Produktion jährl. 3 Millionen Steine aller Art	25,5	11,5	6,5 mit 2 runden horizontalen Löchern von 4 cm Durchmesser	—	—	blaßroth	(1,820)	— 0,98	—	—	—	—
92	Vollporöse Steine	Ursprungsangabe nicht gestattet	24,75	12	6,25	—	—	gelblich	(2,060)	— 1,11	—	—	—	—
93	Poröse Mauerziegel aus Schluff und Sägemehl naß gepreßt, Ringofen	H. Lüttmann, Dampfziegelei Waldau-Gremboczyn bei Thorn	25	12	6,5	—	—	blaßroth	(2,695)	— 1,38	—	—	—	—
94	Poröse weiße Lochsteine aus kalkhaltigem Thon u. Sägespähnen naß gepreßt und in Casseler Flammöfen gebrannt	Großherzogl. Kunstziegelei Kläterberg, Schwerin i. Mecklenburg	25	11,5	6 mit 2 runden horizontalen Löchern von 3,5 cm Durchmesser	—	—	hellgelb	(1,600)	— 0,92	—	—	—	—
95			25	12	6,5 mit 2 runden horizontalen Löchern von 3,5 cm Durchmesser	—	—	hellgelb	(1,640)	— 0,84	—	—	—	—
96	Lochporöse Steine	Ursprungsangabe nicht gestattet	24,75	12	6,5 mit 2 Langlöchern von je 3 cm Durchmesser	—	—	röthlichgelb	(1,542)	— 0,80	—	—	—	—
97	Poröse (Loch-) Steine aus Thon und Braunkohle naß gepreßt, Ringofen	Gewerkschaft Susanna, Horrem b. Cöln (Braunkohlengrube u. Ziegelei)	25	12	6,5 mit 10 vertikalen runden Löchern von je 2 cm Durchmesser	—	—	blaßroth	(2,231)	— 1,14	—	—	—	—
98	Poröse Hohlsteine	Ursprungsangabe nicht gestattet	24,5	12	6,5 mit 2 horizontalen Löchern von je 3 . 3 cm Querschn.	—	—	gelblich bis blaßroth	(2,085)	— 1,09	—	—	—	—
	5. Hintermauerungs-													
99	Hintermauerungssteine	Ursprungsangabe nicht gestattet	25	12	6,5	—	—	rothbraun	(3,752)	— 1,94	—	—	—	—
100			25	11,7	6,5	—	—	rothbraun	(3,676)	— 1,94	—	—	—	—
101	Hintermauerungssteine aus Bergthon naß gepreßt, Ringofen	Schulenburger Dampfziegelei Schubert & Tempel, Schulenburg b. Hannover	24,5	12,0	6,6	fein bis mittelkörnig, knollig, etwas rissig	uneben, rauh, scharfkantig, etwas splittrig	braunroth, weiß und gelb gefleckt, mit dunklerem Kern	3,554	1,959 1,84	2,589	0,757	7,3	8,3
102	Hintermauerungssteine	Ursprungsangabe nicht gestattet	24,5	11,5	6,5	—	—	rothbraun	(3,580)	— 1,95	—	—	—	—

13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.								23.
			Druckfestigkeit σ_B			Biegefestigkeit σ_B			Abnutzbarkeit								
Lösliche Salze	Schlämmrückstände im ungebrannten Stein	$\frac{\sqrt{f}}{l}$					trocken		Versuch Nr.	Gewichtsverlust						Mittlerer Verlust in ccm	Verwendet
										Arbeitsviertel				Gesammt-Gewichtsverlust			
			trocken	wassersatt	nach 25maligem Gefrieren	freie Länge l in cm; Widerstandsmoment $W = \frac{b h^2}{6}$	Bruchlast	σ_B		1	2	3	4				
%			kg/qcm				kg	$\frac{kg}{qcm}$		g							
—	—	0,81	46 72 86	—	—	—	—	—	Kirchen, Schulen, Wohnhäuser und landwirthschaftliche Bauten, vorwiegend an Herzogl. Anhaltsche Baubehörden; Zucker-, Malz- u. chemische Fabriken; die Ziegelei fabrizirt außer porösen Steinen auch rothe und gelbe Vollsteine zur Vor- und Hintermauerung, Formsteine und poröse Deckensteine.							
—	—	0,86	69 128 190	—	—	—	—	—	I.	—	—	—	—	—	—		Durch Kohle porös gemacht.
									II.	—	—	—	—	—			
—	—	0,73	62 115 233	—	—	—	—	—	I.	—	—	—	—	—	—		Gewölbe der neuen Garnisonkirche in Thorn; Erker und Balkons bei vielen Privatbauten.
									II.	—	—	—	—	—			
—	—	0,91	33 46 78	—	—	—	—	—	I.	—	—	—	—	—	—		Leichte Wände und Gewölbe im Postneubau Schwerin, Decken im Schloßbau Wiligrad, Wände im Herrenhaus zu Alt-Rehse, Wände u. Gewölbe in vielen Privatbauten.
									II.	—	—	—	—	—			
—	—	0,83	23 32 44	—	—	—	—	—	I.	—	—	—	—	—	—		
									II.	—	—	—	—	—			
—	—	0,86	34 42 48	—	—	—	—	—	I.	—	—	—	—	—	—		Durch Kohle porös gemacht.
									II.	—	—	—	—	—			
—	—	2,31	80 102 123	—	—	—	—	—	I.	—	—	—	—	—	—		Stadt Elberfeld (meist als Wölbsteine), Specialitäten: Drainröhren, Kamin- und poröse Steine.
									II.	—	—	—	—	—			
—	—	2,34	34 50 62	—	—	—	—	—	Die Druckflächen der an beiden Längsseiten und einer Flachseite mit Rillen versehenen Ziegeln wurden mit Gips abgeglichen.								

steine.

—	—	0,81	350 459 574	—	—	—	—	—	I.	—	—	—	—	—	—		—
									II.	—	—	—	—	—			
—	—	0,81	248 384 535	—	—	—	—	—	I.	—	—	—	—	—	—		—
									II.	—	—	—	—	—			
0,71 hauptsächlich Gips	18,0 % fein- bis mittelkörniger Quarzsand	0,83	301 349 394	263 346 384	235 270 324	—	—	—	I.	—	—	—	—	—	—		Oeffentliche und Privatbauten in Hannover und Umgebung.
									II.	—	—	—	—	—			
—	—	0,84	228 322 417	—	—	—	—	—	I.	—	—	—	—	—	—		—
									II.	—	—	—	—	—			

1.	2.	3.	4.			5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	
Laufende Nr.	Handels-Bezeichnung des Steines	Herkunft (Ziegelei)	Abmessungen der Steine			Beschaffenheit der Bruchfläche			Eigenes Gewicht der trockenen Steine	Raumgewicht	Specifisches Gewicht	Dichtigkeitsgrad $d = \frac{r}{s}$	Wasseraufnahme in 24 Stunden	Wasseraufnahme nach Sättigung
			Länge	Breite	Höhe	Gefüge	Bruch	Farbe					Gewichtsprocent	
			cm						kg	r	s			
103	Hintermauerungssteine aus Lehm von Hand naß geformt, Ringofen	A. Sundhauser, Ziegelei Hohenheim bei Straßburg i. E.	24,5	11,75	6,5	—	—	hellgelb	(2,823)	— 1,52	—	—	—	—
104			25	11,75	6,5	—	—	gelblich	(3,118)	— 1,64	—	—	—	—
105	Ziegelsteine aus Säulen eines eingestürzten Gebäudes herrührend	von Seiten des zuständigen Gerichtes zur Prüfung eingereicht	25	11,5	6,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
106	Hintermauerungssteine aus magerem Lehm naß gepreßt, Ringofen	Dampfziegelei H. Timmermann, Holzminden	25	11,6	6,5	gleichförmig, etwas körnig	muschelig	dunkelroth	3,470	1,745 1,84	2,617	0,667	11,8	12,24
107	Mauersteine	Ursprungsangabe nicht gestattet	22,5	10,75	5,75	gleichförmig, porös; durchsetzt von vielen Quarzkörnern	—	ziegelroth	2,400	1,818 1,73	2,451	0,742	12,83	13,46
108	Hintermauerungssteine aus Bergthon naß gepreßt, Ringofen	Ziegelei Horst bei Stade (Brunsbütteler Land- u. Ziegelei-Gesellschaft, Hamburg, Nobelshof)	21,5	10,5	6,5	ungleichförmig, zellig porös, knollig	flachmuschelig, splittrig, scharfkantig	blaßroth	2,511	1,614 1,71	2,698	0,598	17,31	18,85
109	Ziegelsteine	in Folge eines Rechtsstreites wurde das Rohmaterial zu den Steinen an 11 verschied. Orten einer Parzelle entnomm.	23,2	11,1	6,7	löcherig, porös, knollig	uneben, rauh, splittrig	blaßbraun bis braunroth	3,060	1,643 1,77	2,606	0,630	7,7	8,5
110	Hintermauerungssteine und Verblender aus Bergthon naß gepreßt, Ringofen	Jul. Krüer in Lieckwegen b. Sülbeck	24,9	11,7	6,6	gleichförmig, etwas körnig	unregelmäßig, zuweilen splittrig	dunkelroth	3,312	1,755 1,72	2,705	0,649	15,9	16,31
111	Mauersteine	Dampfziegelei von J. H. Best zu Hammer b. Mölln i. Lbg.	25	12	6,5	gleichförmig, porös	scharfkantig, rauh	roth	3,680	1,862 1,89	2,242	0,831	11,38	11,58

13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.							23.
			Druckfestigkeit σ_B			Biegefestigkeit σ_B			Abnutzbarkeit							
Lösliche Salze	Schlämmrückstände im ungebrannten Stein	$\frac{\sqrt{f}}{l}$	trocken	wassersatt	nach 25maligem Gefrieren	freie Länge l in cm; Widerstandsmoment $W=\frac{b\,h^2}{6}$	trocken: Bruchlast	trocken: σ_B	Versuch Nr.	Gewichtsverlust: Arbeitsviertel 1	2	3	4	Gesammt-Gewichtsverlust	Mittlerer Verlust in ccm	Verwendet
%			kg/qcm				kg	$\frac{kg}{qcm}$		g						
—	—	0,77	158 280 386	—	—	—	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	—	Kasernenbauten in Elsaß-Lothringen, Universität, Kaiserpalast, Synagoge, neues Justizgebäude und viele Privatbauten in Straßburg; Absatzgebiet Elsaß-Lothringen und Baden; 20—24 M. ab Fabrik.
—	—	0,77	108 165 257	—	—	—	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	—	
—	—	0,82	138 277 339	—	—	—	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	—	—
0,06	—	0,82	227 271 321	223 286 355	136 205 253	Boden, Wände und Gewölbe eines 800 cbm haltenden Wasserbassins auf Bahnhof Ottbergen; Uebernachtungsgebäude Bahnhof Holzminden; städtischer Schlachthof Holzminden; Fabrikgebäude und Fabrikschornsteine, Eiskeller, Villen, Wohnhäuser ꝛc. in Holzminden; die meisten Gebäude in Rohbau, einige auch verblendet; Absatzgebiet Holzminden und Umgegend; 22—25 M. ab Ziegelei.								
0,10	—	0,83	175 268 369	165 231 312	220 277 336	—	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	—	—
0,05	6,5 % loser, feinkörniger, weißer Quarzsand und kleine bis erbsengroße rothbraune Sandknollen, die durch Zusammenbacken von feinen Quarzkörnchen mittelst eines stark eisenschüssigen, kalkigthonigen Bindemittels gebildet wurden	0,69	191 268 315	177 239 326	188 240 306	—	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	—	Häuserbau; Absatzgebiet Hamburg.
0,08 hauptsächlich Kies	—	0,68	172 252 311	160 230 291	106 246 339	—	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	—	—
0,221	10,06 % kleine und größere lehmgraue bis rothbraune Thonstückchen; einzelne kleine Quarzkörner waren beigemengt; beim Erhitzen im Reagensglase war keine schweflige Säure nachweisbar	0,81	171 249 311	202 256 312	220 310 427	—	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	—	Schornsteine bis 50 m Höhe; Brückenbogen u. Stationsgebäude der Nebenbahn Rinteln—Stadthagen.
0,1	23,13 % feiner Sand mit größeren Sandkörnern schwach vermengt und eisenschüssige Thonstückchen	0,83	185 237 306	163 198 220	170 227 272	l = 20 cm W = 84,5	450 584 700	26,6 34,6 41,4	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	—	—

1.	2.	3.	4.			5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	
Laufende Nr.	Handels-Bezeichnung des Steines	Herkunft (Ziegelei)	Abmessungen der Steine			Beschaffenheit der Bruchfläche			Eigenes Gewicht der trockenen Steine	Raumgewicht	Specifisches Gewicht	Dichtigkeitsgrad $d = \frac{r}{s}$	Wasseraufnahme	
			Länge	Breite	Höhe	Gefüge	Bruch	Farbe					in 24 Stunden	nach Sättigung
			cm						kg	r	s		Gewichtsprocent	
112	Ziegelsteine	Ursprungsangabe nicht gestattet	25,7	11,5	6,7	gleichförmig, mit Quarzkörnern bis Bohnengröße und anderen Körnern durchsetzt	unregelmäßig, uneben, rauh, scharfkantig, etwas splittrig	kupferroth	3,574	1,873 1,80	2,628	0,713	9,02	9,97
113	Ziegelsteine aus Säulen eines eingestürzten Gebäudes herrührend	von Seiten des zuständigen Gerichtes zur Prüfung eingereicht	25,5	12,0	6,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
114	Hintermauerungssteine	Maywald & Steinberg, Ziegelei bei Königswusterhausen	25	12,5	6,5	—	—	blaßroth	3,115	— 1,54	—	—	—	—
115			25	12,5	6,5	—	—	blaßroth	3,115	— 1,54	—	—	—	—
116	Hintermauerungssteine (Handstrich aus blauem Thon), Ringofen; (vgl. auch Nr. 20, 21, 120)	S. Salomon, Ziegelei Herzfelde b. Rüdersdorf, Kreis Niederbarnim	25,1	12,2	6,3	—	—	gelblichgrau	(3,270)	— 1,70	—	—	—	—
117	Blankenseer Maschinensteine aus magerem Schlufflthon naß gepreßt, Ringofen	Herm. Stier, Dampfziegelei, Blankensee a. d. Berl. Nordbahn	25,5	12,1	6,6	gleichförmig, dicht	flachmuschelig bis splittrig, scharfkantig	röthlichfleischfarben	3,109	1,570 1,52	2,702	0,581	18,69	19,54
118	Handstrichziegel	Ursprungsangabe nicht gestattet	28	13,25	9	—	—	dunkelroth	6,150	— 1,84	—	—	—	—
119	Hintermauerungssteine, naß gepreßt, Jahnscher Ringofen	Herm. Dowerg in Trynek-Gleiwitz	24,2	11,4	6,4	—	—	roth	3,362	— 1,90	—	—	—	—
120	Hintermauerungssteine (Preßsteine) aus blauem Thon naß gepreßt, Ringofen; (vgl. auch Nr. 20, 21, 116)	S. Salomon, Ziegelei Herzfelde b. Rüdersdorf, Kreis Niederbarnim	25,7	12,2	6,5	—	—	gelblichgrau	(3,160)	— 1,56	—	—	—	—
121	Ziegelsteine	Ursprungsangabe nicht gestattet	25	12	6,5 mit einer Vertiefung an einer Lagerfläche	körnig knollig, rissig	unregelmäßig, rauh, etwas splittrig	dunkelroth	3,838	2,138 1,96	2,650	0,807	7,21	8,17

13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.							23.
			Druckfestigkeit σ_B			Biegefestigkeit σ_B			Abnutzbarkeit							
Lösliche Salze	Schlämmrückstände im ungebrannten Stein	$\frac{\sqrt{f}}{l}$					trocken		Versuch Nr.	Gewichtsverlust					Mittlerer Verlust in ccm	Verwendet
										Arbeitsviertel						
			trocken	wassersatt	nach 25maligem Gefrieren	freie Länge : in cm; Widerstandsmoment $W = \frac{b h^2}{6}$	Bruchlast	σ_B		1	2	3	4	Gesammt-Gewichtsverlust		
%			kg/qcm				kg	$\frac{kg}{qcm}$		g						
0,213	35,95 % feiner Quarzsand (eisenhaltig), gröbere bis bohnengroße Quarzkörner, sowie Sandstein-, Ziegel-, Schiefer- und einige Muschelstückchen	0,78	148 **238** 302	—	—	—	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	—	THE NEW YORK PUBLIC LIBRARY ASTOR, LENOX AND TILDEN FOUNDATIONS.
—	—	0,74	157 **228** 267	—	—	—	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	—	—
—	—	0,86	152 **224** 374	—	—	—	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	—	Dombau Berlin, Königl. Marstall Berlin, städtische Wasserwerke am Müggelsee und andere öffentliche und private Bauten.
—	—	0,86	152 **224** 256	—	—	—	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	—	
—	—	0,82	160 **219** 299	—	—	—	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	—	Vergl. „Anmerkungen“
0,223	1,313 % feiner Quarzsand vermischt mit Stückchen eisenhaltigen Thones und kohlensauren Kalkes, sowie einzelnen gröberen Quarzkörnern	0,84	162 **218** 288	132 **186** 274	138 **201** 255	—	—	—	Landwirthschaftliche Rohbauten, städtische Putzbauten, z. B. in Neustrelitz, Neubrandenburg, Stargard; Schlachthaus in Neubrandenburg (Rohbau), Brücken und Hochbauten der Blankensee—Woldegker Bahn (Rohbau), Kirchthurm in Stargard, Schloß in Tarnow; die verklinkerten Steine zum Pflastern von Schweineställen; Absatzgebiet Mecklenburg-Strelitz und das hinter Neubrandenburg gelegene Schweriner Gebiet; 20—23 M. ab Ziegelei.						
—	—	0,70	161 **214** 262	—	—	—	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	—	—
—	—	0,81	169 **210** 268	—	—	—	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	—	In der Farbe ausgesucht zu Rohbauten, dunkel gebrannt als Pflasterziegel; städt. und private Bauten in Gleiwitz; 36000 p. Tag; 100 Arbeiter.
—	—	0,86	149 **206** 310	—	—	—	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	—	Vergl. „Anmerkungen“.
0,07	haselnußgroßes bis zur Staubfeinheit zerkleinertes Thonschiefermaterial	0,83	149 **206** 286	173 **208** 253	180 **211** 248	l = 20 cm	1250 **1905** 2800	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	—	Zu einem Kirchenbau verwendet.

1.	2.	3.	4.			5.	5.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	
Laufende Nr.	Handels-Bezeichnung des Steines	Herkunft (Ziegelei)	Abmessungen der Steine			Beschaffenheit der Bruchfläche			Eigenes Gewicht der trockenen Steine	Raumgewicht	Specifisches Gewicht	Dichtigkeitsgrad $d = \frac{r}{s}$	Wasseraufnahme	
			Länge	Breite	Höhe	Gefüge	Bruch	Farbe					in 24 Stunden	nach Sättigung
			cm						kg	r	s		Gewichtsprocent	
122	Hintermauerungssteine, Handstrich aus Löß, Ringofen	Rhenser Ringofenziegelei, Jul. Peters, Coblenz	24,7	11,6	6,4	—	—	dunkel bis braunroth	3,432	— 1,87	—	—	—	—
123	Hintermauerungssteine aus $^1/_3$ graublauem Thon und $^2/_3$ gelbem Lehm, naß gepreßt, Ringofen	Dampfziegelwerke von G. Piltz, Glückau-Müggau	Vollziegel			—	—	braunroth bis hellroth	(3,189) (3,398) (3,383)	—	—	—	—	—
124	Mauersteine aus fettem Marschthon trocken gepreßt, Ringofen	Rudolf Menge, Dampfziegelei Magelsen b. Hoya a. d. W.	25,5	12,5	6,5	—	—	roth	3,627	— 1,74	—	—	—	—
125	Ziegelsteine	Ursprungsangabe nicht gestattet	24,9	11,8	6,2	—	—	schmutzig-braun	(2,921)	— 1,61	—	—	—	—
126	A. Hintermauerungssteine aus gelbem Lehm naß gepreßt und im Cassseler Flammofen gebrannt	Großherzogl. Kunstziegelei Kläterberg, Schwerin i. Mecklenb.	25,5	12,5	6,75	—	—	dunkelroth	(3,790)	— 1,76	—	—	11,4	11,86
127	B.		25	12	6,5	—	—	dunkelroth	(3,650)	— 1,87	—	—	—	—
128	Hintermauerungssteine aus blauem Thon halbtrock. gepreßt, Bocks Ringofen	Dampfziegelei Lauen, Gebr. Robra, Lübeck	24,8	11,9	6,5	ziemlich gleichförmig, etwas körnig	uneben, scharfkantig, splittrig bis muschelig	gelblich-hellgrau	3,015	1,582 1,58	2,830	0,559	21,2	22,4
129	Hintermauerungssteine	Ursprungsangabe nicht erwünscht	24,5	12,0	6,3	—	—	blaßroth	(2,923)	— 1,58	—	—	—	—
130	Hintermauerungssteine aus gelbem Thon naß gepreßt, Ringofen	H. Wöhler, Barmke, Herzogthum Braunschweig, Dampfziegelei Wolsdorf	24,0	11,5	6,0	—	—	gelblich und röthlich	(3,475)	— 2,10	—	—	—	—
131	Ziegel	Ursprungsangabe nicht gestattet	25	12	6,5	—	—	gelb bis rothgelb	(2,997)	— 1,53	—	—	—	—
132	Zehdenicker Hintermauerungssteine	Ziegelei von Bernh. Frank in Neuhof b. Templin u. Zehdenick	24,7	11,7	6,0	—	—	blaßgelb	2,850	— 1,64	—	—	—	—

*) Zu dieser Prüfung wurden nur zwei Ziegelsteine eingereicht.

13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.							23.
			Druckfestigkeit σ_B			Biegefestigkeit σ_B			Abnutzbarkeit							
Lösliche Salze	Schlämmrückstände im ungebrannten Stein	$\frac{\sqrt{f}}{l}$	trocken	wasserfatt	nach 25maligem Gefrieren	freie Länge l in cm; Widerstandsmoment $W = \frac{b h^2}{6}$	trocken: Bruchlast	trocken: σ_B	Versuch Nr.	Gewichtsverlust: Arbeitsviertel 1	2	3	4	Gesammt-Gewichtsverlust	Mittlerer Verlust in ccm	Verwendet
%			kg/qcm				kg	$\frac{kg}{qcm}$		g						
–	—	0,79	138 195 228	—	—	—	—	—	Kasernenbauten in Coblenz; Schornstein der Silberschmelze in Braubach; Pfeilermauern der Kirche in Engers; Privatbauten in Coblenz, Boppard, an der Mosel und im Westerwald.							
—	—	0,85 0,84 0,83	64 188 631	Für die Prüfung standen nur drei Steine zur Verfügung, die angeblich demselben Brande entstammen		—	—	—	I.	—	—	—	—	—	—	Häuserbau; 32 M.
									II.	—	—	—	—	—		
—	—	0,83	155 186 228	—	—	—	—	—	Königl. Amtsgericht Bruchhausen, Kreis Hoya; Kirche in Magelsen; Schule in Martfeld, Kreis Hoya; Marienkirche in Bremen; Bremer Jutespinnerei und Weberei, Akt.-Gesellsch.; Wohnhäuser der Stadt Bremen; Absatzgebiet Kreis Hoya und Bremen (Schiffstransport); 26 M. ab Ziegelei.							
—	—	0,86	—	139 183 248	—	—	—	—	I.	—	—	—	—	—	—	—
									II.	—	—	—	—	—		
—	—	0,80	128 173 202	—	—	—	—	—	I.	—	—	—	—	—	—	Schloßbau Willigrad, Kirche in Pompow bei Schwerin (zum Verblenden, nachdem aussortirt), viele Privatbauten in der Nähe von Schwerin.
									II.	—	—	—	—	—		
—	—	0,81	117 133 165	—	—	—	—	—	I.	—	—	—	—	—	—	
									II.	—	—	—	—	—		
1,12 hauptsächlich Gips	7,1 % fein- bis mittelkörniger Quarzsand	0,80	117 166 195	81 155 197	141 172 220	—	—	—	Häuserbau; Provinzial-Pflegeanstalt Neustadt in Holst.; Silobauten Königsberg; Kadettenanstalt Plön; Absatzgebiet Lübeck, Ostseeküste, Mecklenburg, Holstein, Lauenburg; 18—25 M. ab Ziegelei.							
–	—	0,78	166 [1])	—	—	—	—	—	I.	—	—	—	—	–	—	Für den Neubau des Institutes für Infektionskrankheiten in Berlin in Aussicht genommen.
									II.	—	—	—	—	—		
—	—	0,82	—	—	62 165 216	—	—	—	I.	—	—	—	—	—	—	Schachtbauten und Schornsteine der Braunschweigisch. Kohlenbergwerke; Ziegelei erst 1895 neu errichtet; (vergl. „Anmerkungen“).
									II.	—	—	—	—	—		
—	—	0,85	93 164 202	-	—	—	—	—	I.	—	—	—	—	—	—	—
									II.	—	—	—	—	—		
0,56	—	0,81	115 162 210	—	—	—	—	—	I.	—	—	—	—	—	—	Zu Bauten in Berlin und Umgegend.
									II.	—	—	—	—	—		

1.	2.	3.	4.			5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	
Laufende Nr.	Handels-Bezeichnung des Steines	Herkunft (Ziegelei)	Abmessungen der Steine			Beschaffenheit der Bruchfläche			Eigenes Gewicht der trockenen Steine	Raumgewicht	Specifisches Gewicht	Dichtigkeitsgrad $d = \frac{r}{s}$	Wasseraufnahme	
			Länge	Breite	Höhe	Gefüge	Bruch	Farbe					in 24 Stunden	nach Sättigung
			cm						kg	r	s		Gewichtsprocent	
133	Hintermauerungssteine I. Klasse aus 75 % Thon u. 25 % Sand mit Hand gestrichen, Ringofen	Ziegelei Großbesten, C. W. Hornemann	24,5	11,4	6,3	—	—	roth	(3,195)	— 1,80	—	—	—	—
134	Mauersteine	Ursprungsangabe nicht gestattet	24	11,5	6,75	—	—	hellroth	(3,535)	— 1,89	—	—	—	—
135	Ziegelsteine	Ursprungsangabe nicht gestattet	22,8	11,0	5,2	ungleichförmig, stark rissig, knollig und sandig	uneben, bröckelig, splittrig bis blättrig	braunroth mit dunklerem Kern	2,394	1,889 1,82	2,622	0,720	7,9	8,3
136	Hintermauerungssteine	Ursprungsangabe nicht gestattet	25	12	6,5	—	—	—	(3,160)	— 1,62	—	—	—	—
137	Ziegelsteine	Ursprungsangabe nicht gestattet	24,6	11,75	6,4	—	—	blaßroth	(3,010)	— 1,63	—	—	—	—
138	Hintermauerungssteine	Ursprungsangabe nicht gestattet	24,9	11,8	6,7	—	—	roth	3,645	— 1,85	—	—	—	—
139	Feldbrandsteine	Ursprungsangabe nicht gestattet	25	12	6,5	—	—	blaßroth	(3,633)	— 1,86	—	—	—	
140	Hintermauerungssteine, Handstrich, Ringofen	Horn & Witte in Bützer b. Milow a. Havel	24,5	11,9	6,4	zellig porös, knollig und körnig	uneben, rauh, ziemlich scharfkantig	blaßroth	2,636	1,401 1,40	2,654	0,528	23,0	24,11
141	Ziegelsteine	Ursprungsangabe nicht gestattet	25,5	12	6,5	—	—	gelb	(3,150)	— 1,58	—	—	—	—
142	Mauersteine, Handstrich, aus fettem Thon mit ½ Sand, Tasseler Ofen	C. Kittendorf in Grünow, Meckl.-Strelitz	24,4	11,5	6,5	ziemlich gleichförmig, etwas körnig und zellig porös	uneben, rauh, etwas erdig	hell braunroth	3,204	1,789 1,76	2,617	0,684	12,8	13,38
143	Mauersteine	Ursprungsangabe nicht gestattet	25	12	6	ungleichförmig, knollig, stark sandig	uneben bis flachmuschelig, etwas erdig	braunroth	3,500	1,845 1,95	2,642	0,698	—	—

13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.							23.
Lösliche Salze	Schlämmrückstände im ungebrannten Stein	$\frac{\sqrt{f}}{l}$	Druckfestigkeit σ_B			Biegefestigkeit σ_B			Abnutzbarkeit							Verwendet
			trocken	wassersatt	nach 25maligem Gefrieren	freie Länge l in cm; Widerstandsmoment $W = \frac{b h^2}{6}$	trocken		Versuch Nr.	Gewichtsverlust					Mittlerer Verlust in ccm	
										Arbeitsviertel				Gesammt-Gewichtsverlust		
										1	2	3	4			
%			kg/qcm				Bruchlast kg	σ_B kg/qcm		g						
—	—	0,78	129 151 184	—	—	—	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	—	Wasserbau und Häuserbau; Absatzgebiet Berlin und Vororte; 27—28 M.
—	—	0,75	93 146 169	—	—	—	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	—	—
0,11 hauptsächlich Gips	52 % feinkörniger Quarzsand mit vereinzelten erbsen- bis bohnengroßen Gesteinstrümmern	0,92	62 127 174	72 106 174	83 108 135	—	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	—	—
0,63	—	0,81	75 127 168	—	—	—	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	—	—
—	—	0,77	65 118 217	—	—	—	—	—	I. II.	– —	— —	— —	— —	— —	—	Zu den Fundamenten eines Denkmals ausersehen, aber später durch bessere Steine ersetzt.
—	—	0,80	95 112 128	—	—	—	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	—	—
—	—	0,80	55 111 206	—	—	—	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	—	Nur zum eigenen Bedarf verwendet.
0,39	—	0,77	76 105 156	58 88 115	53 101 128	—	—	—	Meist öffentliche Gebäude an der unteren Elbe, z. B. Kirche in Blankenese; Kasernen in Rendsburg und Lübeck; Salzbergwerk bei Dömitz; Schulgebäude in Elmshorn und Wittenberge; Gasanstalten in Osterburg und Lenzen; städt. Bauten in Lüneburg u. s. w.						
—	—	0,82	66 97 138	—	—	—	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	—	—
0,07	40,0 % feine bis mittelfeine Körner von Quarz und erhärtetem, stark eisenschüssigem Thon	0,84	63 85 119	70 90 125	65 74 84	—	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	—	Zu Wohnhäusern, Stallgebäuden und Scheunen, Hartbrand theilweise zu Pflasterungen, Hellbrand zu Feuerungen; 27—28 M.
0,1	53,5 % Hauptbestandtheile: feinkörniger Quarzsand; daneben Quarz, Granit, erhärteter Thon und Sandstein	0,85	43 65 108	46 68 83	31 70 90	—	—	—	I. II.	— —	— —	— —	— —	— —	—	—

1.	2.	3.	4.			5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	
Laufende Nr.	Handels-Bezeichnung des Steines	Herkunft (Ziegelei)	Abmessungen der Steine			Beschaffenheit der Bruchfläche			Eigenes Gewicht der trockenen Steine	Raumgewicht	Specifisches Gewicht	Dichtigkeitsgrad	Wasseraufnahme	
			Länge	Breite	Höhe	Gefüge	Bruch	Farbe					in 24 Stunden	nach Sättigung
			cm						kg	r	s	$\frac{r}{s}$	Gewichtsprocent	
144	Alte Lehmbackſteine, von einem Schulgebäude herrührend	Urſprungsangabe nicht geſtattet	27	13	7	—	—	hellchokoladenbraun	5,050	$\frac{—}{2,05}$	—	—	—	—
	Hintermauerungsſteine, die nicht													
145	Hintermauerungsſteine, naß gepreßt, Ringofen	Ziegelwerk Rochow II, B. Michaelis, Dampfziegelei Rochow bei Ueckermünde	24,5	12	6	—	—	ungleichfarbig	—	—	—	—	—	—
146			25	12	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—
147	Hintermauerungsſteine aus Wieſenthon von Hand geſtrichen, Ringofen	Ziegelei Dammhaſt bei Zehdenick	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
148	Hintermauerungsſteine	Urſprungsangabe nicht geſtattet	24,8	12,3	6,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
149	Hintermauerungsſteine	Urſprungsangabe nicht geſtattet	24,3	11,3	6,5	—	—	blaßroth	—	—	—	—	—	—
150	Mauerſteine	Urſprungsangabe nicht geſtattet	24,75	12,0	6,75	—	—	bräunlichroth	(3,430)	$\frac{—}{1,70}$	—	—	—	—
151	Hintermauerungsſteine, naß gepreßt, Ringofen	Ziegelei Glanſchow b Güſtrow i. Mecklenb.	Vollziegel			—	—	roth	—	—	—	—	—	—
152	Hintermauerungsſteine, naß gepreßt, Ringofen	Ziegelei Wieck b. Miſtorf i. Mecklenburg, Eiſenb. Güſtrow—Roſtock	Vollziegel			—	—	roth	—	—	—	—	—	—
153	Handſtrich-Ziegelſteine, Ringofen	M. Mannheimer, Ziegelei Ketzin b. Potsdam	Vollziegel			—	—	hellgelb	—	—	—	—	—	—

[1]) Die Druckfeſtigkeit wurde nur an vier Steinen feſtgeſtellt, deren Druckflächen mit ſchnellbindendem Cement abgeglichen wurden. Bei einer

[2]) Das Ergebniß unter I. iſt an unvermauerten, das unter II. an vermauert geweſenen Ziegelſteinen gefunden worden, die einen weißen

[3]) Chemiſche Analyſe der noch im Stein verbliebenen löslichen Salze.

		oder	
Kieſelſäure	5,94 %		
Calciumoxyd	37,29 %	Schwefelſaurer Kalk (Gips)	90,56 %
Schwefelſäure	53,26 %	Kieſelſaures Natrium	9,72 %
Natriumoxyd	3,78 %		

13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.							23.
Lösliche Salze %	Schlämmrückstände im ungebrannten Stein	$\frac{\sqrt{f}}{l}$	Druckfestigkeit σ_B kg/qcm			Biegefestigkeit σ_B			Abnutzbarkeit							Verwendet
						freie Länge l in cm; Widerstandsmoment $W = \frac{b h^2}{6}$	trocken			Gewichtsverlust					Mittlerer Verlust in ccm	
										Arbeitsviertel				Gesammt-Gewichtsverlust		
			trocken	wassersatt	nach 25maligem Gefrieren		Bruchlast kg	σ_B kg/qcm	Versuch Nr.	1	2	3	4			
										g						
—	—	2,34	30 31 [1]) 32	—	—	—	—	—	I.	—	—	—	—	—	—	—
									II.	—	—	—	—	—		

auf Druckfestigkeit geprüft wurden.

0,18	—	—	—	—	—	—	—	—	I.	—	—	—	—	—	—	Das Werk Rochow I fertigt Verblender und Maschinensteine, das Werk Rochow II Hintermauerungssteine; Brücke über die Ihna, Eisenb. Callies—Bulkow, Hafenbau Stettin; Absatzgebiet Vorpommern mit Rügen.
									II.	—	—	—	—	—		
I. 0,25 II. 0,18	[2]) —	—	—	—	—	—	—	—	I.	—	—	—	—	—	—	
									II.	—	—	—	—	—		
I. 0,17 II. 0,86	—	—	—	—	—	—	—	—	I.	—	—	—	—	—	—	Neubau des Amtsgerichts Charlottenburg (äußere u. innere Wände), Hafenbau Libau (Quaimauern); 26 M. fr. Charlottenburg.
									II.	—	—	—	—	—		
0,10	—	—	—	—	—	—	—	—	I.	—	—	—	—	—	—	—
									II.	—	—	—	—	—		
0,10	—	—	—	—	—	—	—	—	I.	—	—	—	—	—	—	—
									II.	—	—	—	—	—		
—	—	—	—	—	Die Prüfung auf Frostbeständigkeit wurde bestanden	—	—	—	I.	—	—	—	—	—	—	—
									II.	—	—	—	—	—		
0,774	—	—	—	—	—	—	—	—	I.	—	—	—	—	—	—	Baustein in der Gegend von Güstrow, soweit per Achse gefördert wird.
									II.	—	—	—	—	—		
0,488	—	—	—	—	—	—	—	—	I.	—	—	—	—	—	—	Baustein; Absatzgebiet Schwerin, Rostock, Güstrow und Umgegend.
									II.	—	—	—	—	—		
1,51 [3])	—	—	—	—	—	—	—	—	I.	—	—	—	—	—	—	—
									II.	—	—	—	—	—		

[1]) Belastung von 23 kg/qcm trat eine merkliche Veränderung der Form der Steine (durch Zusammendrücken) ein.
[2]) Auswitterungsanflug zeigten.

Chemische Analyse des an dem Steine haftenden weißen Auswitterungsproduktes.

Schwefelsäure	55,18 %	oder	
Natriumoxyd	41,35 %	Schwefelsaures Natrium	93 bis 94 % (verwittertes wasserfreies Glaubersalz)
Calciumoxyd	2,98 %		
Glühverlust des ungereinigten Salzes	1,65 %	Schwefelsaurer Kalk (Gips)	6 bis 7 %

1.	2.	3.	4.			5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	
Laufende Nr.	Handels-Bezeichnung des Steines	Herkunft (Ziegelei)	Abmessungen der Steine			Beschaffenheit der Bruchfläche			Eigenes Gewicht der trockenen Steine	Raumgewicht	Specifisches Gewicht	Dichtigkeitsgrad $b = \frac{r}{s}$	Wasseraufnahme	
			Länge	Breite	Höhe	Gefüge	Bruch	Farbe					in 24 Stunden	nach Sättigung
			cm						kg	r	s		Gewichtsprocent	
154	**Lehmsteine** aus Lehm der Baugrube für einen größeren Provinzialbau von Hand gestrichen	Ursprungsangabe nicht gestattet	23,8	12,1	6,3	—	—	dunkelroth	—	—	—	—	—	—

6. Verschiedene

155	**Gebrannte Isolirsteine**	Antragsteller und Fabrikant inzwischen verstorben	24,6	12,0	5,7	—	—	mattroth	0,967	— 0,57	—	—	—	—
156	**Poröse Deckenhohlsteine** aus blauem und weißgrauem Bergthon mit Kohlezusatz, naß gepreßt	G. Thiemike u. Co., Dampfziegelei, Halberstadt	24,4	9,4	9,8	—	—	roth	2,215	— 0,98	—	—	—	—
			Formsteine mit Nuth und Feder und einem horizontalen Loche von 5,5 cm Durchmesser											
157	**Poröse Deckenhohlsteine,** Bitterfelder Fabrikat aus weißgrauem fetten Thon mit Kohlezusatz		24,7	8,4	10,8	—	—	gelb	1,958	— 0,87	—	—	—	—
			Formsteine mit Nuth und Feder und einem ovalen Langloche von 3,5 u. 6,5 cm Axenhöhe											
158	**Deckensteine** (Formsteine)	Ursprungsangabe nicht gestattet	ungefähr 25	15,2	11,9	—	—	roth	3,947	— 0,87	—	—	—	—
			mit 4 Langlöchern von ca. 16 qcm Querschnitt											
159	**Deckensteine**	Ursprungsangabe nicht gestattet	25	12	12	—	—	blaßroth	3,270	— 0,91	—	—	—	—
			mit 2 horizontalen Löchern von je 2,25 . 7,5 cm und einem Schlitz an der unteren Lagerfläche von 5 cm Höhe											
160	**Poröse Hohlsteine**	Gebr. Schultheiß, Maschinenziegelei zu Spardorf b. Erlangen	24	14,5	9,5	—	—	roth	3,330	— 1,00	—	—	—	—
			mit 2 ovalen Löchern von 6 . 4,5 cm											

[1]) Die Zahlen bedeuten die Gesammtbruchlast bei der Zerstörung. Die Ziegel wurden auf beiden Druckflächen mit Portlandcement abgeglichen.

[2]) Bei den Proben unter I wurde der Druck senkrecht zu den Lagerflächen ausgeübt. Die Druckflächen der Steine wurden mit Gips abgeglichen. Bei den Proben unter II wurde der Druck senkrecht zu den Stirnseiten der Steine ausgeübt; die Druckflächen wurden durch Schleifen geebnet.

13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.							23.
			Druckfestigkeit σ_B			Biegefestigkeit σ_B			Abnutzbarkeit							
Lösliche Salze	Schlämmrückstände im ungebrannten Stein	$\frac{\sqrt{f}}{l}$	trocken	wassersatt	nach 25maligem Gefrieren	freie Länge l in cm; Widerstandsmoment $W=\frac{b\,h^2}{6}$	trocken: Bruchlast	trocken: σ_B	Versuch Nr.	Gewichtsverlust: Arbeitsviertel 1	2	3	4	Gesamt-Gewichtsverlust	Mittlerer Verlust in ccm	Verwendet
%			kg/qcm				kg	kg/qcm		g						
–	57,7 % feiner Quarzsand mit einigen größeren Quarzkörnern, Sandsteinstückchen, Schiefer und eisenhaltigen Thonstückchen; kohlensaurer Kalk und Schwefelkies waren nicht nachweisbar	–	–	–	–	Die Untersuchung bezweckte, festzustellen, ob der zur Herstellung von Ziegeln in eigener Regie einer Provinzial-Bauverwaltung aus der Baugrube gewonnene Lehm von schädlichen Beimengungen frei war; auf Grund der Untersuchung ist ein Ringofen gebaut worden, in dem die zum Bau erforderlichen 3—4 Millionen Steine selbst gebrannt wurden; die Kosten wurden hierbei einschließlich Amortisation der ganzen Anlage auf etwa 25 M. für das Tausend berechnet, während fremde Ziegel zum Preise von 35—36 M. hätten bezogen werden müssen; die Prüfung der gebrannten Steine war beabsichtigt, ist aber nicht zur Ausführung gekommen.							

Ziegel.

–	–	0,95	4 6 7	–	–	$l=20$ cm $W=\frac{12\,.\,5{,}7^2}{6}$	22,1 32,4 39,0	–	I. II.	– –	– –	– –	– –	– –	–	–
–	–	I 1,44 II 3,39	24 36 45 6380 10507 13690			–	–	–	I. II.	– –	– –	– –	– –	– –	–	–
–	–	I 1,22 II 3,42	8 30 45 6140 8500 10860			–	–	–	I. II.	– –	– –	– –	– –	– –	–	–
–	–	I 1,56 II 0,45	14 22 30 13560 17244 21850			–	–	–	I. II.	– –	– –	– –	– –	– –	–	–
–	–	0,46	15110 17718 20980		–	–	–	–	I. II.	– –	– –	– –	– –	– –	–	Probesteine für horizontale Steindecken.
–	–	1,70	43 51 60	–	–	–	–	–	I. II.	– –	– –	– –	– –	– –	–	Als Deckensteine zu Kleineschen u. Schürmannschen Decken vielfach verwendet.

[1]) Die Zahlen bedeuten die Gesammtbruchlast bei der Zerstörung der Ziegel. Der Druck erfolgte auf die durch Schleifen geebneten Stirnflächen der Steine.

1.	2.	3.	4.			5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	
Laufende Nr.	Handels-Bezeichnung des Steines	Herkunft (Ziegelei)	Abmessungen der Steine			Beschaffenheit der Bruchfläche			Eigenes Gewicht der trockenen Steine	Raumgewicht	Specifisches Gewicht	Dichtigkeitsgrad $d = \frac{r}{s}$	Wasseraufnahme	
			Länge	Breite	Höhe	Gefüge	Bruch	Farbe					in 24 Stunden	nach Sättigung
			cm						kg	r	s		Gewichtsprocent	
161	Pflasterklinker besonderer Form, quer durchlocht	Ursprungsangabe nicht gestattet	Formsteine ca. 10	$\frac{10+8,5}{2}$	7,8 mit 2 kleinen Langlöchern von 1,2 cm Durchmesser	gleichförmig dicht, gesintert	scharfkantig, muschelig	gelblichgrau	1,455	2,205 / 2,01	2,492	0,885	0,13	0,25
162	Keil-Lochsteine (Radialsteine)	Ursprungsangabe nicht gestattet	13,7	$\frac{15,9+13,8}{2}$	8,3 mit 2 Löchern von 4 . 3,3 cm und 2 Löchern von 3,5 . 3,3 cm Querschnitt	—	—	braunroth	(2,500)	— / 1,48	—	—	—	—
163	Radial-Vollsteine	Ursprungsangabe nicht gestattet	14,1	$\frac{16,3+12,3}{2}$	8,4	—	—	rothbraun	3,216	— / 1,90	—	—	—	—
164	Radial-Hohlsteine	Ursprungsangabe nicht gestattet	13,7	$\frac{16,7+14,5}{2}$	8,4 mit 2 Löchern von 4,5 . 3,5 cm und 2 Löchern von je 4,0 . 3,5 cm Querschnitt	—	—	rothbraun	2,560	— / 1,42	—	—	—	—
165	Keil-Vollsteine (Radialsteine)	Ursprungsangabe nicht gestattet	13,9	$\frac{15,8+11,9}{2}$	8,3	—	—	braunroth	(3,240)	— / 2,01	—	—	—	—
166	Keilsteine	Ursprungsangabe nicht gestattet	24,5	12,2	$\frac{7,6+4}{2}$	ziemlich ungleichförmig, stellenweise rissig u. knollig	scharfkantig, splittrig bis flachmuschelig	blaß- bis braunroth, zum Theil mit dunklerem Kern	3,216	1,884 / 1,85	2,656	0,707	12,4	13,2
167	Backsteine, eine Seite weiß emaillirt	Belgisches Fabrikat	21,4	6,3	4,8	—	—	gelblichbraun, Emaille gelblichhellgrau	1,302	— / 2,02	—	—	7,2	7,5
168	Kaminsteine	Ursprung unbekannt	Radialsteine $\frac{18,5+15,0}{2}$	17,5	8,5 mit 9 vertikalen Löchern, und zwar 6 Löchern von je 3,0 . 2,5 cm und 3 Löchern von je 2,75 . 2,25 cm Querschnitt	—	—	dunkelroth mit grauschwarzen und grünen Flecken	(3,855)	— / 1,56	—	—	—	—

[1]) Die Zahlen bedeuten die Gesammtbruchlast bei der Zerstörung. Die obere abgefaste Fläche der Ziegel wurde eben geschliffen, die untere Fläche mit Portlandcement abgeglichen. Die Prüfung auf Frost- und Säurebeständigkeit wurde bestanden.

[2]) Die Versuche auf Druckfestigkeit wurden nur an 5 Proben vorgenommen.

[3]) Die Ziegel wurden auf beiden Druckflächen mit Portlandcement abgeglichen.

13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.							23.
			Druckfestigkeit σ_B			Biegefestigkeit σ_B			Abnutzbarkeit							
Lösliche Salze	Schlämmrückstände im ungebrannten Stein	$\frac{\sqrt{f}}{l}$	trocken	wassersatt	nach 25maligem Gefrieren	freie Länge l in cm; Widerstandsmoment $W=\frac{b h^2}{6}$	trocken: Bruchlast	trocken: σ_B	Versuch Nr.	Gewichtsverlust: Arbeitsviertel 1	2	3	4	Gesammt-Gewichtsverlust	Mittlerer Verlust in ccm	
%			kg/qcm				kg	$\frac{kg}{qcm}$		g						
0,042	—	siehe Abmessungen der Steine 1,22	94610 99642 105060	[1]	—	—	—	—	I. II.	3,7 5,2	4,7 5,3	3,4 5,4	4,6 4,8	16,4 20,7	8,4	Härte 9 (Korund) der Mohsschen Skala.
—	—	1,31	695 777 866	[2]	—	—	—	—	I. II.	—	—	—	—	—	—	—
—	—	1,50	286 388 513	372 465 528	222 359 478	[3] —	—	—	I. II.	—	—	—	—	—	—	—
—	—	1,31	505 637 799	511 668 789	563 644 734	[3] —	—	—	I. II.	—	—	—	—	—	—	—
—	—	1,47	498 582 562	[2]	—	—	—	—	I. II.	—	—	—	—	—	—	—
0,26 hauptsächlich Gips	—	0,86	139 189 328	94 282 357	116 180 246	[4] —	—	—	I. II.	—	—	—	—	—	—	—
0,158	16,5 % seiner Quarzsand und zerkleinerter fein- bis mittelkörniger gebrannter Thon	Nach 19—25maligem Gefrieren zeigten einige Ziegel Absprengungen oder Risse. Die Prüfung auf Säurebeständigkeit der Glasur wurde bestanden.				l = 20 cm b = 6,3 „ h = 4,8 „	355 681 1015	[5]	I. II.	—	—	—	—	—	—	—
—	—	siehe Abmessungen der Steine 1,17	44700 77880 124500	[6]	—	—	—	—	I. II.	—	—	—	—	—	—	Für einen Schornsteinbau bestimmt.

[1] Nach 4maligem Gefrieren wies ein Ziegel an der Kopfseite Risse auf; eine Ecke am Kopfende war abgeplatzt.

[2] Die Biegefestigkeit der Steine wurde nach 25maligem Gefrieren der wassersatten Proben im wassersatten Zustande bestimmt.

[3] Die Zahlen bedeuten die Gesammtbruchlast bei der Zerstörung. Die Ziegel wurden auf beiden Druckflächen mit Portlandcement abgeglichen.

THE NEW YORK PUBLIC LIBRARY Verwendet ASTOR, LENOX AND TILDEN FOUNDATIONS.

1.	3.	2.	4.			5.	6.	7.
Laufende Nr.	Handels-Bezeichnung des Steines	Herkunft (Ziegelei)	Abmessungen der Steine			Beschaffenheit der Bruchfläche		
			Länge	Breite	Höhe	Gefüge	Bruch	Farbe
			cm					
169	Glasirte Kaminformsteine, naß gepreßt, Mendheimscher Gas-Ringofen	Alphons Custodis, Aktiengesellschaft für Essen- und Ofenbau, Düsseldorf a. Rh.	26	12,8	6	—	—	braun
170	Kaminsteine aus Thon und Sand, naß gepreßt, Mendheimscher Gas-Ringofen		$\frac{16,5+19}{2}$	11,0	8,5	—	—	—
171	Zweiseitig glasirte Riemchen, naß gepreßt	Siegersdorfer Werke, vorm. Friedr. Hoffmann zu Siegersdorf i. Schl.	12,4	5,9	7,2	Nach dem Brande in zwei Hälften getheilt		weiß glasirt (zweiseitig)
172	Glasirte Plättchen mit gebrochenen Kanten, trocken gepreßt					—	—	weiß glasirt (einseitig)
173	Glasursteine aus Marschthon hergestellt, Ringofen	Ziegelei Döhren bei Hannover, Fr. Willmer, Rittergut Waldhausen	Formsteine			—	—	—
174	Verblendsteine (gelochte Keilsteine), naß gepreßt, Ringofen und period. Ofen	Boldt u. Frings, Düsseldorf	$\frac{12,5+12,2}{2}$	$\frac{7,7+6,9}{2}$	12,1	—	—	—
			mit 4 Löchern von 2,5 . 2,5 cm Querschnitt					

Anhang zu den Tabellen 1.

Glasirte Handstrich-Formsteine der Rathenower Verblendsteinwerke C. G. Matthes & Sohn in Rathenow wurden auf Vorhandensein löslicher Salze, auf Frostbeständigkeit und Säurebeständigkeit geprüft. Die Steine hatten das sogen. Klosterformat, werden roh im Ringofen gebrannt, glasirt und im Augustinschen Muffelofen glatt gebrannt (in derselben Weise fertigt die Firma auch glasirte Maschinen-Verblend- und Formsteine in Normalformat). Zur Prüfung gelangten hell und dunkelgrün, sowie braun glasirte Steine.

Die Prüfung ergab 0,06 % lösliche Salze in den Steinen.

Die Prüfung auf Frostbeständigkeit und die auf Säurebeständigkeit der Glasur wurden bestanden. Die Glasur wurde weder von konzentrirter Salzsäure noch von Salzsäuredampf nach 8 Tagen Wirkung merklich angegriffen. Aehnliche Steine derselben Firma wurden zu folgenden Bauten verwendet: Ständehaus in Rathenow; St. Simeonskirche und St. Golgathakirche in Berlin; Oberbaumbrücke in Berlin; Kaufhaus Riemer (an der Marienkirche) in Berlin; Kaiserthurm auf dem Karlsberg im Grunewald; Pestalozzi-Fröbelstift in Berlin, Barbarossastraße; Rother-Stift in Gr.-Lichterfelde.

Glasirte Maschinensteine sind verwendet: Eisenbahndirektionsgebäude in Altona; Kirche Hoheluft in Hamburg; Post in Hamburg; Gemeindeschule in Schöneberg; Gebr. Heinrich-Hospital in Luckenwalde.

THE NEW YORK PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX AND TILDEN FOUNDATIONS.

8. Prüfungsergebnisse	9. Verwendet
Die Glasur der Steine wurde auf Widerstandsfähigkeit gegen Flußsäure geprüft; nach zweitägigem Lagern der trockenen Steine in Flußsäuredämpfen war die Glasur an allen Stellen matt geworden; nach wiederholter Wassertränkung und 4 Wochen langem Lagern in Flußsäuredämpfen war die Glasur vollständig matt geworden und besonders an den gewölbten Innen- und Außenflächen mit einem weißen, schwer abwischbaren Ueberzuge bedeckt; Stellen, die nicht vollständig mit Glasur bedeckt waren, zeigten starke Farbenänderungen.	Zum Bau von Fabrikschornsteinen (vergl. „Anmerkungen“).
A. Chemische Zusammensetzung der Steine. Kieselsäure . . . . 76,75 % Thonerde . . . . 15,33 % Eisenoxyd . . . . 4,71 % Kalk . . . . . 0,75 % Magnesia . . . . 0,95 % Schwefelsäure . . . 0,49 % Alkalien . . . . 0,70 % Glühverlust des bei 100 C° getrockneten Materials . 0,32 % B. Feuerbeständigkeit. Bei der Prüfung des Schmelzpunktes durch Schmelzversuche im Vergleich mit Seger Kegeln schmolz der Stein unterhalb des Kegels 26; der Stein kann also nicht als feuerfest bezeichnet werden.	Zum Schornsteinbau; aus demselben Material werden auch Thonröhren gebrannt.
Die Verblender wurden aus feuerfestem, sich weiß brennendem Thon hergestellt und im hohen Porzellanfeuer in Hoffmannschen Ringöfen gebrannt; die Glasur wurde auf Frostbeständigkeit und Säurefestigkeit geprüft und blieb bei beiden Beanspruchungen unversehrt; der Scherben enthielt 0,014 % lösliche Salze.	Vergl. „Anmerkungen“.
Die Prüfung auf Frostwiderstand wurde bestanden.	Garnisonverwaltung in Hannover und Hildesheim; Kirchenbauten in Stadt und Provinz Hannover, Rheinland u. s. w.
Die Prüfung auf Frostwiderstand wurde bestanden.	Kasernen, Rathhaus, Schlachthaus, Provinzial-Irrenanstalt, Sternwarte, Aders-Stiftung in Düsseldorf; Kirche in Werden; Schule in Schwelm; viele öffentliche und private Bauten im Reg.-Bez. Düsseldorf.

Anmerkungen.

Nr. 3, 42. Die Herstellung der Klinker und Hartbrandsteine von F. Cäsar in Nienhagen geschieht auf nassem Wege. Der Thon passirt ein Grob- und ein Feinwalzwerk, bevor er in die Schneckenpresse gelangt. Zum Brennen dient ein Hoffmannscher Ringofen und die sogen. Staubkohle (Abraumkohle) der Nienburger Braunkohlengruben. Absatzgebiet sind die an der Nordseite des Harzes gelegenen Städte und Orte im inneren Harz. Die Preise sind gedrückt und besonders bei Bahnversand wenig lohnend. Für die Umgegend ab Ziegelei 25—26 M, frei Bahnwaggon nur 21—22 M.

Nr. 16. Die Verblend- und Pflasterklinker von B. Gebauer in Gr.-Kunersdorf werden aus grubenfeuchtem Thon durch Schneckenpressen hergestellt. Das Brennen geschieht in einem Dannenbergschen Ringofen unter Verwendung von Oberschlesischer Steinkohle (Grieskohle).

Nr. 20, 21, 116, 120. Die Ziegelei von S. Salomon in Herzfelde ist auf eine Produktion von 15 bis 20 Millionen jährlich eingerichtet. Die Steine sind in vielen Millionen zum Bau der Berliner Stadtbahn verwendet worden, ferner zu den Postbauten in der Oranienburger-, Artillerie-, König-, Mauerstraße in Berlin; zum Ministerium des Innern in Berlin; Wasserthurm am Hippodrom in Charlottenburg; Friedrich-Wilhelmsgymnasium in Berlin; zu dem neuen Landtagsgebäude in Berlin und vielen anderen städtischen und fiskalischen Bauten.

Nr. 24. Der Oberbriser Klinkerthon hat nach Angabe der Fitzschen Caolinwerke folgende Zusammensetzung:

Kieselsäure . . .	66,09	Kalk	0,07
Thonerde . . .	25,55	Magnesit	0,24
Eisenoxyd . . .	5,68	Alkalien	2,71

Der Sinterungsgrad ist gleich dem Segerkegel Nr. 9.

Nr. 64, 75, 81, 88. Die Normal-Verblendsteine der Grube Ilse A.-G. kommen in drei Qualitäten in den Handel. Die erste Sorte wird fast nur an Luxusbauten verwendet, während die zweite und dritte Sorte für Wohnhaus- und Nutzbau-Fassaden genügt. Alle drei Sorten werden in drei Farben: gelb, dunkel und roth, erzeugt.

Die geprüften Steine sind zu folgenden Bauten verwendet worden: In Berlin: Asyl für Obdachlose; Centralviehhof; Centralmarkthalle; Direktionsgebäude der Großen Berliner Pferdeeisenbahn; Hospital und Siechenhaus; Packhof Moabit; Krankenhaus am Urban; Markthallen 10, 12 und 14; Kaiserliches Patentamt; Reichsgesundheitsamt; Privathaus Dorotheenstraße 32. Außerdem: Bahnhof Erfurt; Erziehungsanstalt Wittenberg; Irrenanstalt Lichtenberg; Marstall Potsdam; Villen in Stockholm und Björneborg; Altrussisches Officierskasino St. Petersburg.

Aus demselben Material brennt die Grube Ilse im Ringofen auch gelbe, vertikal gelochte Radialsteine, die bei 9 cm Höhe und 16 cm Kopfbreite 10, 15, 20 und 25 cm Länge haben.

Absatzgebiet für dieses Material ist Sachsen, Brandenburg und Oesterreich, insbesondere Böhmen. U. a. ist im Jahre 1888/89 die 141 m hohe Esse bei Freiberg i. S., der höchste Schornstein der Erde, aus dem Material erbaut worden.

Nr. 76, 79, 80, 83, 84, 87. Die Siegersdorfer Werke haben 8 große Ringöfen, sowie 8 Glasiröfen im Betriebe. Die Gesammtarbeiterzahl beträgt 900 Personen, die jährliche Produktion 40 Millionen Steine der verschiedensten Farben, Größen und Formen. Ausgedehnte Lager von roth, gelb und weiß brennenden Thonen liegen in unmittelbarer Nähe der Werke. Bereits in der Grube wird das Material nach den verschiedenen Sorten genau getrennt, kommt dann zum Lagern und wird in Schleudermühlen (Desintegratoren) gemahlen. Das Material wird nun in Pulverform eingesumpft und dann durch Thonschneider weiter bearbeitet. Der so vorbereitete Thon wird in besonderen Kellerräumen wieder gelagert und dann erst auf Ziegelpressen, oder bei Terrakotten und Formstücken durch Handformerei weiter verarbeitet. 6 verschieden konstruirte Maschinen pressen Verblendsteine, Formsteine und Chamottesteine, 3 andere Maschinen Dachfalzziegel. Die fertig geformten Stücke werden nachgearbeitet und über den Brandöfen oder im Winter in direkt heizbaren Trockenräumen getrocknet. Viele Steine und Formsachen müssen in buntfarbiger Ausführung geliefert werden; die Farbe wird vor dem Brennen aufgetragen.

Als Farben sind durchweg Erden bezw. Thone in Benutzung, welche dem Material des Steines selbst verwandt sind. Auf diese Weise wird erzielt, daß die aufgetragenen Farben und der darunter befindliche Stein gleich hart gebrannt und innig miteinander verbunden werden.

Nach vollständigem Trocknen kommt das Material in Hoffmannsche Ringöfen zum Brennen.

Für die Anfertigung von Steinen und Terrakotten, die nicht allzu schwierig zu formen und zu trocknen sind und nach Bestellung anzufertigen sind, gilt folgende Zeiteintheilung:

Zeichnen und Anfertigen der Modelle, Formen, Mundstücke u. s. w. . . .	8—21 Tage
Formen der Stücke	8—14 „
Trocknen	8—14 „
Brennen	12—24 „
Sortiren und Verladen	1—2 „
Im Ganzen	37—75 Tage.

Die geringere Zahl der Tage ist für sehr geringe, die größere für mittlere Quantitäten anzunehmen.

Wie reich das Musterlager der Siegersdorfer Werke an Formen und Farben ist, zeigt ein umfangreiches Musterbuch, welches von der Firma an Interessenten abgegeben wird. In manchen Jahren haben die Werke Steine nach 2500 verschiedenen Formen gefertigt und geliefert, wobei ein großer Theil der Steine auch noch in 2—3 Farben und theilweise mit Glasuren zu liefern war.

Die unter Nr. 76, 83, 84, 87 der Prüfungstabelle aufgeführten Verblender sind sogenannte naturfarbene Verblendsteine und gehören zur Gruppe I der Fabrikerzeugnisse, die unter 79 und 80 genannten Steine sind ebenfalls naturfarbene Verblender (von weißer und grauweißer Färbung) und rechnen in Gruppe II der Preisliste. In Gruppe I beträgt der Preis für 1000 Stück frei Bahnhof Siegersdorf für halbe Steine 40—50 M., für Viertelsteine 20—25 M.; in Gruppe II für halbe Steine 60—80 M.

Mit den Verblendsteinen der Siegersdorfer Werke sind zahlreiche hervorragende Bauten im In- und Auslande (Rußland, Schweden, Norwegen) ausgeführt worden, von denen die folgenden genannt seien: Apostel Paulus-Kirche in Schöneberg bei Berlin; Schultheiß-Brauerei in Berlin; Ständehaus Rostock; Justizpalast Bremen; Kaiser Friedrich-Gedächtnißkirche, Nikolaikirche, Georgenkirche und andere Kirchen in Berlin; 3 Kirchen in Prenzlau; 3 Kirchen in St. Petersburg; Lutherkirche in Leipzig; Synagogen in Grünberg, Bromberg, Eberswalde und Danzig; zahlreiche Schulen, Postbauten, Kasernen, Bahnhöfe, Verwaltungsgebäude, Krankenhäuser, Schlösser u. s. w.

der Summe ihrer Eigenschaften ganz scharf in gesonderte Gruppen zu trennen. Weiter unten wird versucht werden, aus den mitgetheilten Versuchsergebnissen die mittleren Werthe für gewisse charakteristische Eigenschaften der einzelnen Steinarten festzustellen.

Aeußere Beschaffenheit. In den meisten Fällen wird für den Ziegeleibesitzer wie für den Baubeflissenen das äußere Ansehen des Steines für seine Benennung entscheidend sein. Wie schwierig es aber ist, nach dem äußeren Aussehen beispielsweise Klinker und Hartbrandsteine zu sondern, und wie sehr man dabei in Bezug auf die Druckfestigkeit der Steine irren kann, das zeigen zwei Versuchsreihen, zu denen jeder einzelne Stein vom Antragsteller (einer Kirchenbaubehörde) besonders ausgewählt und nach seinem Ansehen beschrieben wurde.

Tab. 2 und 3 enthalten die Versuchsergebnisse, nach der Druckfestigkeit steigend geordnet. Man sieht, daß die Festigkeit der sogenannten Klinker in Tab. 2 unter sich wenigstens einigermaßen nach dem Brande, d. h. nach Färbung, Oberflächenbeschaffenheit und Klang richtig beurtheilt wurde (dem schärferen Brande schreibt man die größere Festigkeit zu), daß aber bei den Hartbrandsteinen in Tab. 3 das äußere Ansehen für die Festigkeit nicht den geringsten Anhalt giebt. Der als wenig gut gebrannt bezeichnete und nur zum Theil scharfkantige Stein Nr. 9 hat die zweitgrößte Druckfestigkeit ergeben.

Im Uebrigen sind die sogenannten Hartbrandsteine in ihrer Festigkeit nicht sehr von einander abweichend, während die vermeintlichen Klinker so erhebliche Schwankungen in den Einzelversuchen aufweisen, daß einzelne Steine in Tab. 2, wenn man ausschließlich nach der Druckfestigkeit urtheilen will, als schlechte Hintermauerungssteine bezeichnet werden müssen. Die übrigen Eigenschaften dieser Steine konnten aus Mangel an Material nicht festgestellt werden.

Bei den in Tab. 2 und 3 enthaltenen Untersuchungen hat die Prüfung auf Festigkeit gute Unterscheidungsmerkmale geliefert, daß dies aber nicht immer der Fall ist, daß häufig der Unterschied zwischen zwei gleichzeitig eingereichten Steingattungen desselben Fabrikanten nur im Namen liegt, zeigen zahlreiche Beispiele der Tabellen 1, namentlich Nr. 33 und 61, die als „Klinker" und als „gewöhnliche Mauersteine" bezeichnet und nach Ausweis der Akten aus denselben grünen Steinen erbrannt wurden.

Auswahl der Steine. Aus den angeführten Beispielen ist zu ersehen, daß nicht nur die Auswahl der Steine für die Ziegelprüfung, sondern auch die Zahl der Einzelversuche für das Ergebniß in gewissem Sinne entscheidend ist. Die Wichtigkeit einer solchen Auswahl der Steine, daß sie in ihrer Gesammtheit dem Durchschnitt ihrer Art entsprechen, ist schon früher betont worden, und auch auf die Nützlichkeit der Anstellung einer möglichst großen Zahl von Einzelversuchen in jeder Reihe wurde bereits hingewiesen [1]). Zu den vorliegenden Festigkeitsprüfungen wurden mit wenig Ausnahmen je 10 Steine in jeder Reihe verwendet.

Herstellungsart. Neben der Handelsbezeichnung der einzelnen Steinsorten sind in den Tab. 1 vielfach kurze Angaben über die Art der Herstellung der Steine enthalten, soweit die Fabrikanten hierüber Mittheilungen gemacht haben. Mit diesen Angaben wird bezweckt, eine bessere Uebersicht über die charakteristischen Merkmale gleichartig hergestellter Ziegel zu gewinnen, was allerdings nur möglich ist, wenn sehr große Reihen von Ziegelprüfungen vorliegen. Im Allgemeinen haben die Fabrikanten in dankenswerther Weise die gewünschten Mittheilungen über die Herstellungsweise der Ziegel und auch über ihre Verwendung gemacht.

Verwendung. Die Angaben über die Verwendung sind in Spalte 23 der Tab. 1 oder unter der Rubrik „Anmerkungen" wiedergegeben. In einzelnen Fällen wurde die Bekanntgabe

[1]) Mittheilungen 1896, S. 64 u. 65.

Tabelle 2. Klinker

aus $^2/_3$ Thon und $^1/_3$ Sand naß gepreßt und im Ringofen der Germania-Dampfziegelei zu Schöpfurth (C. A. Henschel) gebrannt. Verwendet u. a. zum Bau des Strafgefängnisses und des Wasserthurmes in Tegel.

Form: Vollziegel (Klosterformat). **Farbe: blaßroth.**

Mittleres Gewicht im trockenen Zustande: 4,740 kg.

Versuch Nr.	Abmessungen der Steine in cm: nach Angabe der Antragstellerin Länge	Breite	Höhe	in der Versuchsanstalt festgestellt Länge	Breite	Höhe	Abmessungen der Versuchsstücke in cm Länge	Breite	Höhe	Gedrückte Fläche qcm	Belastung kg: bei der Rißbildung	bei der Zerstörung	Druckfestigkeit kg/qcm	Bemerkung der Antragstellerin zu den einzelnen Proben
1	25,5	12,3	9,5	25,3	12,2	9,5	12,5	12,7	20,5	159	Risse und Zerstörung fielen zusammen.	30430 [2]	191 [2]	Scharfkantig, jedoch wenig Brand.
2	25,0	12,2	9,1	25,0	12,2	9,2	12,0	12,1	20,5	145		35160 [2]	242 [2]	Wie vor.
3	24,9	12,0	9,3	24,7	12,1	9,1	11,9	12,1	20,5	144		38640 [1]	268 [1]	Mit ziemlich scharfen, aber an einzelnen Stellen abgestoßenen Kanten, wenig verzogen, an einer Ecke versintert, verregnet.
4	24,5	12,0	9,2	24,6	12,0	9,4	12,2	12,4	20,5	151		41380 [1]	274 [1]	Scharfkantig, jedoch wenig Brand.
5	24,0	11,5	9,2	24,1	12,0	9,0	11,8	11,7	20,5	138		38390 [1]	278 [1]	Ohne scharfe Kanten, etwas verzogen, rissig, an der Oberfläche etwas verregnet. Weniger gut gebrannt.
6	25,1	11,9	9,0	25,0	11,8	9,2	12,1	12,0	20,5	145		43370	299	Scharfkantig, gut gebrannt.
7	25,0	11,8	8,8	24,5	11,7	9,0	11,7	11,2	20,5	131		43370	331	Verzogen, etwas versintert, ohne Risse.
8	25,0	11,7	9,0	25,1	11,8	9,2	12,0	11,9	20,5	143		51330	359	Scharfkantig, gerade, ohne Risse.
9	24,0	11,3	8,8	24,1	11,4	8,8	11,8	11,6	20,5	137		54810	400	Scharfkantig, etwas im Brand verzogen, stellenweise versintert, gut gebrannt.
10	24,5	11,6	8,9	24,2	11,7	8,9	11,7	11,4	20,5	133		67250	506	Scharfkantig, gut gebrannt.
Mittel	24,8	11,8	9,1	24,7	11,9	9,1	12,0	11,9	20,5	142	—	44418	315	—

Bemerkungen: [1]) In der Schnittfläche löcherig.
[2]) Schwach gebrannt.
[3]) Einzelne Risse.

von Einzelheiten in Bezug auf Fabrikation und Verwendung der Steine aus Konkurrenzrücksichten abgelehnt und in anderen Fällen, in denen die Einsender der Steine nicht selbst Fabrikanten waren, konnte hierüber nichts mitgetheilt werden. Die Angabe des Ursprungs der Steine wurde nur vereinzelt nicht gestattet. Zumeist handelt es sich in diesen Fällen um minderwerthige Materialien.

Maße, Gefüge, Farbe, Gewicht. Die unter Spalte 4 der Tab. 1 aufgenommenen Abmessungen der Steine sind in allen Fällen Mittelwerthe aus je 10 möglichst sorgfältig ausgeführten Einzelmessungen von 10 verschiedenen Steinen. Daß das Messen von Ziegeln bis auf mm genau kaum möglich ist, leuchtet ein; in vielen Fällen muß man sich mit annähernden Werthen begnügen. Von besonderer Tragweite sind kleine Schätzungsfehler in diesen Messungen nicht, da es im Wesentlichen nur darauf ankommt festzustellen, ob die Steine annähernd Normalformat haben, oder welchem der bekannten Formate sie sich nähern. Daß die Messungen an verschiedenen Orten selbst bei sehr ungleichmäßigen Steinen nicht zu erheblichen Unterschieden führen, zeigen die Beispiele in den Tab. 2 und 3, in denen die Messungen des Antragstellers neben denjenigen der Versuchsanstalt aufgeführt sind.

Wegen Bestimmung von Gefüge, Bruch und Farbe der Steine kann auf frühere Mittheilungen verwiesen werden. Das Eigengewicht der Steine (Spalte 8) ist, um

Tabelle 3. Hartbrandsteine

im Ringofen zu Alt-Glietzen (Besitzer Grunze) gebrannt. Verwendet u. a. zum Bau der Golgatha-Kirche und der Umwährung des Dorotheenstädt. Kirchhofes in der Scharrweberstraße zu Berlin.

Form: Vollziegel. **Farbe: blaßroth.**

Mittleres Gewicht im trockenen Zustande: 3,190 kg.

Versuch Nr.	Abmessungen der Steine in cm: nach Angabe der Antragstellerin Länge	Breite	Höhe	in der Versuchsanstalt festgestellt Länge	Breite	Höhe	Abmessungen der Versuchsstücke in cm Länge	Breite	Höhe	Gedrückte Fläche qcm	Belastung kg: bei der Rißbildung	bei der Zerstörung	Druckfestigkeit kg/qcm	Bemerkung der Antragstellerin zu den einzelnen Proben
1	25,0	12,2	6,7	24,8	12,1	6,6	11,8	12,1	14,6	143	Risse und Zerstörung fielen zusammen.	43370	303	Schwach gebrannt, ohne scharfe Kanten.
2	24,2	11,8	6,5	24,2	11,7	6,5	11,7	11,7	14,6	137		42620	311	Scharfkantig, nicht sehr stark gebrannt.
3	24,3	11,8	6,5	24,2	11,7	6,4	11,6	11,7	14,6	136		42870	315	Scharf und gleichmäßig gebrannt, scharfkantig.
4	25,0	12,2	6,5	24,9	12,1	6,5	12,1	12,1	14,6	146		47850	328	Gleichmäßiger Brand, ohne Risse, scharfkantig, nicht verzogen.
5	23,7	11,6	6,2	23,9	11,5	6,1	11,4	11,5	14,6	131		45860	350	Sehr stark gebrannt, zum Theil versintert, mit Rissen.
6	24,3	12,0	6,2	24,4	12,0	6,2	11,8	12,0	14,6	142		51330	361	Etwas verzogen, rissig.
7	24,5	12,0	6,5	25,0	12,1	6,5	11,9	12,1	14,6	144		53820	374	Ziemlich scharfkantig mit eingesprengten Stücken, sonst gut gebrannt.
8	25,0	12,0	6,5	25,0	12,0	6,5	12,0	12,0	14,6	144		55810	388	Scharfkantig, etwas rissig, gut gebrannt.
9	24,3	11,7	6,2	24,4	11,2	6,3	11,5	11,2	14,6	129		51080	396	Nur zum Theil scharfkantig, weniger guter Brand.
10	24,3	11,8	6,3	24,5	11,8	6,2	11,8	11,8	14,6	139		62520	450	Scharfkantig, etwas verzogen.
Mittel	24,5	11,9	6,4	24,5	11,8	6,4	11,8	11,8	14,6	139	—	49713	358	—

Zufälligkeiten der Benetzung beim Transport auszuschließen, zumeist als Mittelwerth aus 10 Einzelwägungen getrockneter Steine festgestellt. In einzelnen Fällen, wo die Prüfung der nur lufttrockenen Steine gefordert wurde, ist das Gewicht der Steine im Anlieferungszustande in die Spalte 8 in ( ) eingesetzt worden.

Ueber die Bestimmung des specifischen Gewichtes, des Raumgewichtes, des Dichtigkeitsgrades (der wirklichen Porosität) und der Wasseraufnahme (der scheinbaren Porosität) habe ich früher bereits [1]) eingehende Mittheilungen veröffentlicht, denen nichts hinzuzufügen ist. Das Raumgewicht, berechnet aus den Maßen in Spalte 4 und dem Gewicht in Spalte 8 $r_1 = \frac{G}{\gamma}$, ist in Spalte 9 unter dem durch den Versuch bestimmten Raumgewicht r in ( ) gesetzt.

Trocknen der Steine. Um über den Verlauf des Trockenprocesses der Ziegelsteine bei verschiedenen Wärmegraden Gewißheit zu erlangen, wurden besondere Versuche mit 3 typischen Steingattungen angestellt, nämlich mit:

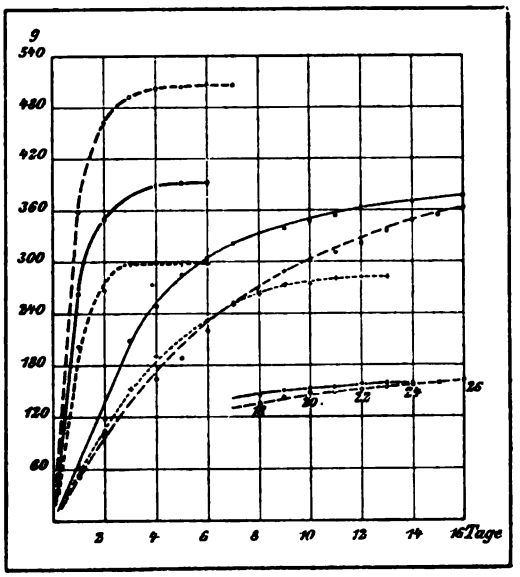
1. Rathenower Mauersteinen,
2. Porösen Steinen,
3. Birkenwerder Klinkern.

Von jeder Sorte wurden 20 Steine mehrere Stunden unter Wasser gesteckt, und dann die Nacht über im Laboratorium an der Luft belassen. Nach Feststellung des Gewichtes jedes

[1]) Mittheilungen 1896 S. 66.

einzelnen Steines wurden je 10 Stück in einem Trockenschrank bei 80—100 C° und je 10 Stück in einem Zinkkasten bei etwa 30 C° getrocknet. Die Trocknung mußte sprungweise täglich 8 Stunden lang vorgenommen werden, da die Heizung der Trockenapparate mit Gas bewirkt wird und während der Nacht im Laboratorium offene Flammen nicht brennen.

Täglich wurden sämmtliche Steine einzeln gewogen. Die mittleren Gewichte der einzelnen Reihen enthält Tab. 4, in welcher auch die procentuale Gewichtsabnahme der drei Steingattungen bei beiden Trockenverfahren Aufnahme gefunden hat.



100 C° { Rathenower Mauersteine. / Porõse Steine. / Birkenwerder Klinker.

30 C° { Rathenower Mauersteine. / Porõse Steine. / Birkenwerder Klinker.

Fig. 1. Wasserabgabe von drei Ziegelsteinsorten beim Trocknen bei 30 C° und bei 80—100 C°.

In Fig. 1 sind die Ergebnisse der Wägung zeichnerisch aufgetragen, so zwar, daß die starken Linien den Verlauf der Trocknung bei 80—100 C°, die schwachen den Verlauf der Trocknung bei etwa 30 C° darstellen.

Die ausgezogenen Linien beziehen sich auf die Rathenower Steine, die lang gestrichelten auf die porösen Steine und die punktirten auf die Klinker.

Die Kurven lassen deutlich erkennen, wie nothwendig bei den drei in ihren Struktur- und Texturverhältnissen so sehr verschiedenen Ziegelgattungen, die in Bezug auf Porosität die drei Haupttypen der Ziegelfabrikation darstellen, die Anwendung einer Trockenwärme nahe an 100 C° ist, wenn die Trocknung der Ziegel in möglichst kurzer Zeit gewünscht wird.

Bei Anwendung von 80—100 C° Trockenwärme sind die Ziegel nach 5 Tagen nahezu trocken gewesen, während bei nur 30 C° die porösen Steine selbst nach 26 Tagen noch nicht völlig trocken geworden sind.

Wasserdurchlässigkeit. Die Prüfung auf Wasserdurchlässigkeit kommt bei Ziegeln, die zur Ausführung von Mauerwerk dienen sollen, verhältnißmäßig selten zur Anwendung. In besonderen Fällen kann indessen die Ermittelung der Oberflächendichte erwünscht sein. Ein solcher Fall lag bei den gelben und rothen Verblend-Steinen unter Nr. 85 und 86 der Tab. 1 vor, bei denen es vorwiegend darauf ankam, festzustellen, ob sie wetterbeständig sind, ihre Farbe nicht verlieren und wie groß ihre Wasserdurchlässigkeit ist. Die von der städtischen Bauverwaltung in Wolfenbüttel beantragten Versuche auf Wasserdurchlässigkeit (Tab. 5) wurden wie folgt ausgeführt:

Auf die Verblendseite von je 5 getrockneten Riemchen wurde je ein mit Theilung versehenes Glasrohr von 35 mm lichtem Durchmesser wasserdicht aufgekittet. Die Proben wurden derart wagerecht gelagert, daß ihre untere Fläche eine genaue Beobachtung gestattete, und die Rohre wurden bis zu einem bestimmten Theilstriche mit Wasser angefüllt. Die in den Stein eingezogenen Wassermengen nach 1 bis 24 Stunden sind in nebenstehender Tab. 5 angegeben. Das Wasser durchdrang die Ziegel anscheinend nicht bis zu ihrer unteren Fläche.

Tabelle 4. **Wasserabgabe von drei Ziegelsteinsorten beim Trocknen bei 30 C° und bei 80—100 C°.**

Nach Stunden Trocknung und Lagerung	Rathenower Mauersteine				Poröse Steine				Birkenwerder Klinker			
	getrocknet bei				getrocknet bei				getrocknet bei			
	30 C°		80–100 C°		30 C°		80–100 C°		30 C°		80–100 C°	
	Mittleres Gewicht kg	Procent des ursprünglichen Gewichtes	Mittleres Gewicht kg	Procent des ursprünglichen Gewichtes	Mittleres Gewicht kg	Procent des ursprünglichen Gewichtes	Mittleres Gewicht kg	Procent des ursprünglichen Gewichtes	Mittleres Gewicht kg	Procent des ursprünglichen Gewichtes	Mittleres Gewicht kg	Procent des ursprünglichen Gewichtes
0	3,687	100	3,711	100	2,517	100	2,655	100	3,986	100	3,888	100
24	3,626	98,0	3,449	92,9	2,466	97,9	2,298	86,6	3,925	98,5	3,686	94,8
48	3,568	96,8	3,361	90,6	2,419	96,1	2,192	82,6	3,881	97,4	3,621	93,1
72	3,478	94,3	3,323	89,5	2,352	93,4	2,163	81,5	3,834	96,2	3,590	92,3
96	3,439	93,3	3,319	89,4	2,328	92,5	2,151	81,0	3,795	95,2	3,589	92,3
120	3,403	92,3	3,318	89,4	2,296	91,2	2,149	80,9	3,754	94,2	3,589	92,3
144	3,382	91,7	3,318	89,4	2,266	90,1	2,149	80,9	3,733	93,7	—	—
168	3,367	91,3	—	—	2,243	89,1	—	—	3,720	93,3	—	—
192	3,348	90,8	—	—	2,228	88,5	—	—	3,712	93,1	—	—
216	3,338	90,5	—	—	2,206	87,6	—	—	3,711	93,1	—	—
240	3,333	90,4	—	—	2,195	87,2	—	—	3,706	93,0	—	—
264	3,323	90,1	—	—	2,181	86,6	—	—	3,703	92,9	—	—
288	3,316	89,9	—	—	2,169	86,2	—	—	3,703	92,9	—	—
312	3,310	89,8	—	—	2,161	85,9	—	—	—	—	—	—
336	3,304	89,6	—	—	2,154	85,6	—	—	—	—	—	—
360	3,301	89,5	—	—	2,142	85,1	—	—	—	—	—	—
384	3,296	89,4	—	—	2,132	84,7	—	—	—	—	—	—
408	3,293	89,3	—	—	2,127	84,5	—	—	—	—	—	—
432	3,291	89,3	—	—	2,123	84,3	—	—	—	—	—	—
456	3,288	86,2	—	—	2,121	84,2	—	—	—	—	—	—
480	3,287	89,2	—	—	2,116	84,0	—	—	—	—	—	—
504	3,287	89,2	—	—	2,111	83,8	—	—	—	—	—	—

Tabelle 5. **Wasserdurchlässigkeit von ¼ 2 Loch-Verblendern.**

Versuch Nr.	Dunkelrothe Riemchen						Hellgelbe Riemchen					
	Aufgesaugtes Wasser in Kubikcentimetern nach Stunden											
	1	2	3	4	5	24	1	2	3	4	5	24
1	4	7	10	13	16	64	34	58	80	99	114	149
2	4	6	9	11	14	61	33	54	78	90	106	150
3	4	7	10	12	15	69	5	6	7	9	10	16
4	5	7	10	12	15	59	34	52	67	79	90	136
5	6	9	12	16	20	79	33	53	72	87	101	150
Mittel	4,6	7,2	10,2	12,8	16,0	66,4	—	—	—	—	—	—

Die Ergebnisse sind deshalb von besonderem Interesse, weil sie zeigen, wie ungleichmäßig die Porosität von äußerlich sehr ähnlichen Verblendsteinen derselben Fabrikation sein kann.

Frost. Die Ausführung der Frostversuche erfolgte im Allgemeinen in der Art, wie sie früher beschrieben wurde[1]) und wie die internationalen Konferenzen bestimmt haben, durch 25 Mal wiederholtes Gefrieren und Wiederaufthauen der wassersatten Steine. Nur in einem Fall ist von dem üblichen Verfahren abgewichen worden, und zwar in dem der Hintermauerungssteine Nr. 131 der Tab. 1. Die Frostbeständigkeit dieser Steine wurde an-

[1]) Mittheilungen 1896, S. 69—71.

Tabelle 6. Wasseraufnahmefähigkeit von Ziegelsteinen beim Eintauchen in Wasser und beim Gefrieren.

Zustand	Gewicht kg	Wasser im Stein ccm	Wasseraufnahme in % des Steininhaltes	Gewicht kg	Wasser im Stein ccm	Wasseraufnahme in % des Steininhaltes	Gewicht kg	Wasser im Stein ccm	Wasseraufnahme in % des Steininhaltes	Gewicht kg	Wasser im Stein ccm	Wasseraufnahme in % des Steininhaltes	Gewicht kg	Wasser im Stein ccm	Wasseraufnahme in % des Steininhaltes
	Nr. 68. I = 2978 ccm			B 1207. I = 2760 ccm			Nr. 65. I = 2053 ccm			Nr. 32. I = 1993 ccm			B 1134. I = 1983 ccm		
Trocken	4,149	—	u = 0,156	3,858	—	—	4,250	—	u = 0,160	3,573	u = 0,275	u = 0,275	3,867	—	u = 0,244
Scheinbar wassersatt . .	4,288	189	4,7	3,964	106	3,8	4,373	123	6,0	3,957	384	19,3	4,133	266	13,4
Nach 25 mal. Gefrieren . . .	4,294	145	4,9	3,977	119	4,3	4,378	128	6,2	3,970	397	19,9	4,168	301	15,2
	B 1129. I = 1950 ccm			B 952. I = 1942 ccm			Nr. 108. I = 1925 ccm			Nr. 41. I = 1814 ccm			B 1164. I = 1797 ccm		
Trocken	3,773	—	u = 0,232	3,347	—	u = 0,365	3,084	—	u = 0,370	3,735	—	u = 0,195	3,435	—	u = 0,218
Scheinbar wassersatt . .	4,072	299	15,3	3,966	619	31,9	3,342	258	13,4	3,903	168	9,3	3,660	225	12,5
Nach 25 mal. Gefrieren . . .	4,108	335	17,2	4,002	655	33,7	3,390	306	15,9	3,923	188	10,4	3,704	269	15,0
	B 1180. I = 1764 ccm			B 1139. I = 1726 ccm			Nr. 163. I = 1697 ccm			Nr. 128. I = 1304 ccm			Nr. 164. I = 1294 ccm		
Trocken	3,380	—	—	2,839	—	u = 0,330	3,213	—	—	2,398	—	u = 0,280	2,547	—	—
Scheinbar wassersatt . . .	3,705	325	18,4	3,176	337	19,5	3,441	228	13,4	2,589	195	15,0	2,669	122	9,4
Nach 25 mal. Gefrieren . . .	3,752	372	21,1	3,211	372	21,6	3,456	243	14,3	2,605	211	16,2	2,674	127	9,8

gezweifelt, weil die früheren, im altdeutschen Ofen vielfach ungar gebrannten Steine häufig nach der Verwendung Absplitterungen aufwiesen. Die Frostversuche mit diesen Steinen wurden daher nicht nur in der üblichen Weise an 10 ganzen Steinen ausgeführt, sondern es wurden auch noch Frostversuche angestellt, die bezweckten, den Frost nur auf einer Seite der Ziegel wirken zu lassen, die übrigen Seiten wurden mit Korkspähnen isolirt. Das Verfahren ist in den Mittheilungen 1896, 1. Heft S. 69 beschrieben. Die Kälte im Gefrierschrank schwankte zwischen — 16 und — 20 C°, im Inneren der ganzen Steine ohne Umhüllung wurde die Kälte zwischen — 8 und — 15 C° gefunden. Trotz 25maligen Gefrierens zeigten die Steine keine Absplitterungen. Einer der einseitig beanspruchten Steine hatte beim Beginne der Versuche an der Oberfläche feine Risse, die sich nach dreimaligem Gefrieren etwas erweiterten, aber nicht zur Zerstörung führten.

Wassersättigung beim Frieren. Die zahlreichen in Erledigung der Aufträge ausgeführten Gefrierversuche führten zu einer Beobachtung, die Erwähnung finden mag.

Bei den wiederholten Wägungen, welche mit den zum Aufthauen aus dem Kühlschranke kommenden Steinen vorgenommen werden, um festzustellen, ob die Steine etwa Gewichtsverluste durch Absplitterungen erlitten haben, wurde in vielen Fällen beobachtet, daß Steine, welche vorher bis zur scheinbaren Sättigung in Wasser gelegen hatten, in Folge wiederholten Gefrierens noch an Gewicht zunahmen. Diese Gewichtszunahme ist in vielen Fällen, wie die Zusammenstellung in Tab. 6 zeigt, recht beträchtlich und nur so zu erklären, daß das gefrierende Wasser vermöge seiner durch das Gefrieren eintretenden Raumvergrößerung mit

Tabelle 7. **Gewichtsveränderungen von Ziegelsteinen beim Trocknen, Eintauchen in Wasser und Gefrieren.**

Zustand		B 961	Nr. 27	B 1030	B 969	Nr. 100	B 1069	Nr. 166	B 940	Nr. 44 reiner Thon	Nr. 45 mit Sandmischung
		Mittleres Steingewicht kg									
Beim Eingang . .		3,727	3,761	3,308	—	—	3,285	3,204	3,097	—	2,875
Vor dem Beginne der Versuche		3,695	3,761	3,195	3,666	3,554	—	—	3,077	2,760	2,843
Nach dem Trocknen von Stunden	24	3,688	3,761	3,194	3,649	3,554	—	3,183	2,994	—	2,840
	48	3,688	3,761	3,194	3,648	—	—	3,183	2,985	2,745	2,840
	72	3,688	—	3,195	3,648	—	—	3,183	2,985	2,754	2,840
	100	—	—	—	—	—	—	—	—	2,754	—
Nach dem Liegen im Wasser von Stunden	24	3,999	3,984	3,812	3,897	3,814	3,625	3,579	3,430	3,230	3,260
	72	4,028	3,995	3,906	—	3,827	—	3,605	3,501	—	—
	100	4,035	4,007	3,921	3,903	3,831	3,659	3,614	3,516	3,238	3,272
	150	4,046	—	3,921	3,906	3,846	3,661	3,617	3,527	3,243	3,274
	175	4,049	4,007	—	3,906	3,853	—	3,617	3,530	—	—
Nach wiederholter Frostbeanspruchung	1	4,055	4,024	3,930	3,906	3,860	3,688	—	—	—	—
	5	4,056	4,025	3,950	3,917	3,870	3,695	3,634	3,535	3,290	3,285
	10	4,060	4,025	3,960	3,920	3,872	3,696	3,647	3,535	—	—
	15	4,060	4,025	3,960	3,920	3,874	3,697	3,653	3,535	3,310	3,312
	25	4,061	4,025	3,967	3,921	3,874	3,697	3,654	3,537	3,310	3,312

Gewalt auch in solche Poren des Steines eindringt, die früher beim Eintauchen in Wasser kein Wasser aufgesogen hatten, oder daß es sich neue Poren erschließt. Bei jedesmaligem neuen Frieren dringt das Eis tiefer in die Poren ein, bis nach längerer oder kürzerer Zeit, im allgemeinen nach 15 maligem Gefrieren, keine Gewichtszunahme mehr stattfindet. Daß auch auf diese Weise keine völlige Ausfüllung der Hohlräume des Steines mit Wasser zu erreichen ist, zeigt der Vergleich mit dem berechneten Undichtigkeitsgrade u der Steine in Tab. 6 bezw. mit den Werthen für die Dichtigkeit d in Spalte 11 der Tabellen 1. Manche Steine zeigen die Erscheinung der wachsenden Wasseraufnahme beim Gefrieren nicht; sicherlich ist die Möglichkeit des schnelleren oder langsameren Vordringens des gefrierenden Wassers in die Poren des Steines abhängig von der Art, Größe und Anordnung der Hohlräume in der Steinmasse.

Die Thatsache, daß gefrierendes Wasser, indem es neue Poren erschließt, tiefer in einen Stein eindringt als Wasser, welches den Stein nur benetzt, erklärt die oft gemachte Wahrnehmung, daß die meisten Steine (auch natürliche Gesteine), selbst wenn sie nur sehr wenig Wasser aufzunehmen vermögen und so fest sind, daß sie durch Frost keinerlei äußerlich wahrnehmbare Schäden erleiden, dennoch nach Frostbeanspruchung im nassen Zustande eine stärkere Festigkeitsabminderung erfahren als in Folge einfacher Wassersättigung durch Eintauchen beobachtet wird.

Daß dies eine Folge der Erweichung der Gesteinsmasse sei, ist unwahrscheinlich, denn dieselbe Erscheinung zeigt sich auch bei Gesteinen, bei denen nach der Art des Bindemittels von einem Erweichen desselben im Wasser keine Rede sein kann. Möglicherweise spielt aber der Kapillardruck hier die entscheidende Rolle.

In Tab. 7 sind die mittleren Gewichte einer Anzahl Steine, welche besonders charakteristische Gewichtsveränderungen zeigten, zusammengestellt, und zwar während des Trocknens,

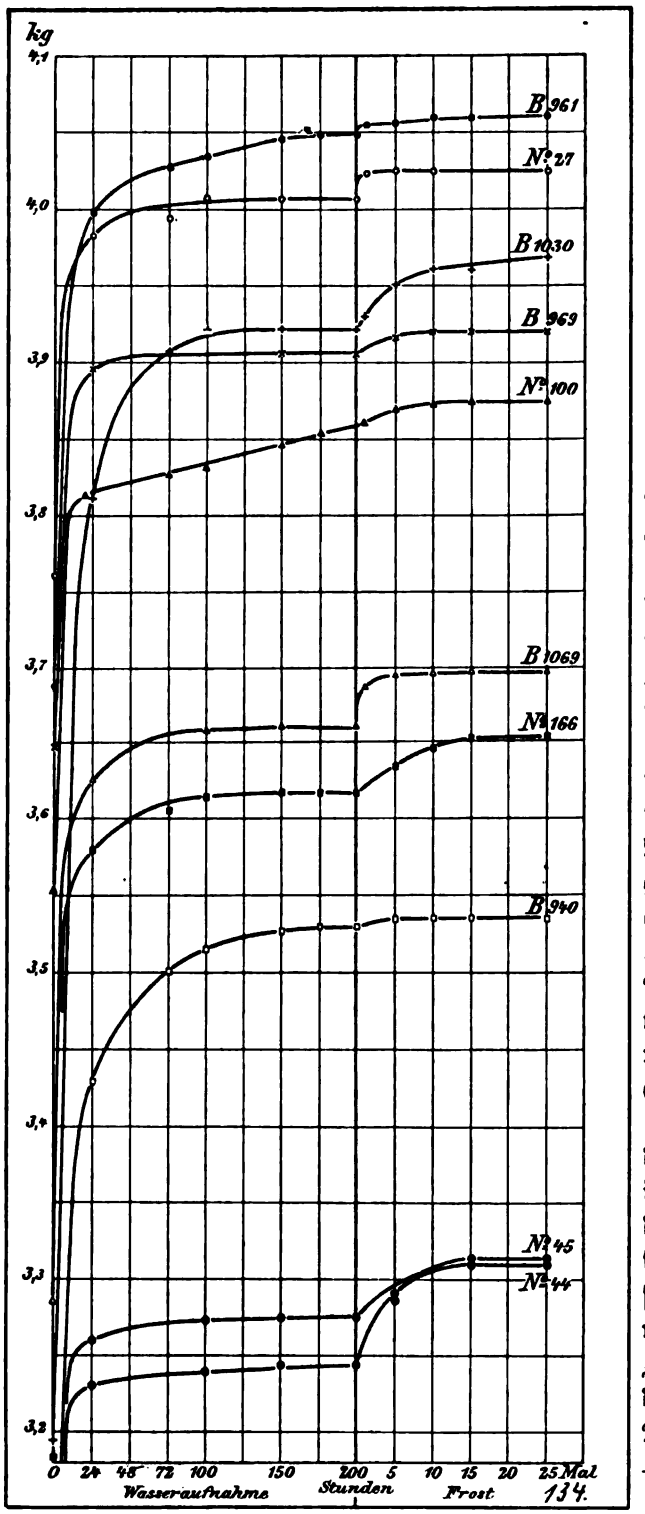


Fig. 2. Gewichtszunahme u. s. w.

während des Eintauchens in Wasser und während des Gefrierens. Fig. 2 zeigt deutlich, in welcher Weise die Gewichtszunahme beim Eintauchen in Wasser und beim Gefrieren der wasserſatten Steine verläuft.

Lösliche Salze. Das Verfahren der Bestimmung der löslichen Salze, welches sich eng dem von den internationalen Konferenzen empfohlenen Verfahren anschließt, ist als bekannt vorauszusetzen[1]). Bereits früher habe ich darauf hingewiesen, daß eine Schwierigkeit des Verfahrens darin besteht, ein klares Filtrat zu erhalten, und daß Versuche ausgeführt wurden, das Absetzen des Ziegelpulvers in den Glaskolben durch Zusätze anderer Stoffe zu beschleunigen.

Um trübe Flüssigkeiten, welche feine, das Filter passirende Stoffe schwimmend enthalten, schnell zu klären, setzt man ihnen, vorausgesetzt, daß sie nicht sauer reagiren, etwas Thonerdebrei — Aluminiumoxydhydrat — zu und kocht auf. Das Thonerdehydrat schließt die trübenden Theile ein, reißt sie mit nieder und hält sie beim Filtriren auf dem Filter zurück.

Will man Thonerdehydrat bei der Bestimmung der löslichen Salze im Ziegelmehl verwenden, so ist darauf zu achten, daß es völlig frei ist von gelösten Stoffen, da sonst beim Verdunsten des wässerigen Auszuges der Gehalt des Ziegels an löslichen Salzen um diesen Betrag zu hoch ausfällt. Die Wirkung auf den wässerigen

---

[1]) Vergl. auch Mittheilungen 1896 S. 72 und 73.

Auszug ist sehr befriedigend. Das Mehl fällt schnell nieder und das Filtrat fließt klar aus dem Filter ab.

Als ein Mangel der Prüfung auf lösliche Salze hat sich herausgestellt, daß noch nicht ermittelt werden konnte, welche Menge der Salze zu äußerlich an den Steinen sichtbaren Auswitterungen führt. Die Fähigkeit der Salze, mit dem aus dem Steine verdunstenden Wasser an die Oberfläche zu treten und sich dort abzusetzen, ist abhängig von dem Grade der Löslichkeit der Salze. Leicht lösliche Stoffe wittern leichter aus, als schwer lösliche. Nun würde die chemische Analyse des Verdampfungsrückstandes Aufschluß darüber geben können, ob vorwiegend leicht lösliche Salze und in welchen Mengen im Steine vorhanden sind. Aber auch damit ist noch nicht viel gewonnen, weil noch nicht bekannt ist, welche Mengen von löslichen Salzen erforderlich sind, um an der Außenseite des Steines einen weißen Belag zu bilden. Für planmäßig anzustellende Versuche über diesen für das Ziegelergewerbe wichtigen Punkt reichten vorläufig Zeit und Raumverhältnisse nicht aus. Es konnten nur diejenigen auf Antrag zu prüfenden Steine, welche besonders beträchtliche Mengen löslicher Salze enthielten, zu weiteren Beobachtungen benutzt werden. Auf eine Flachseite der Steine wurde ein Glascylinder wasserdicht aufgekittet und mit Wasser gefüllt. Das eingesogene Wasser wurde von Zeit zu Zeit erneuert. Man konnte annehmen, daß das in die Steine von oben eindringende und an seinen Oberflächen wieder verdunstende Wasser die Salze herausbringen müsse, wenn sie in genügender Menge vorhanden sind. Ein Versuch mit Glaubersalzlösung bewies, daß dies thatsächlich der Fall ist. Die Lösung ließ beim Verdunsten einen dicken weißen Belag auf der Oberfläche des Steines zurück. Trotzdem ist es nicht gelungen, einen der zu den laufenden Prüfungen benutzten Steine zum Auswittern zu bringen. Allerdings bestand der Verdampfungsrückstand aus diesen Steinen größtentheils und vorwiegend aus in Wasser schwer löslichem schwefelsaurem Kalk und nur zum kleinen Theile aus leicht löslichen Salzen (schwefelsaures Natron, Chlorcalcium u. s. w.).

Die Schlämmrückstände des ungebrannten Steines sind nur in einigen Fällen ermittelt worden, in denen grüne Steine zum Antrage mit eingereicht werden konnten, was zumeist nur möglich ist, wenn die Steine direkt von der Ziegelei eingesandt werden.

Druckfestigkeit. Den größten Umfang unter den auf Antrag ausgeführten Prüfungen nimmt nach wie vor die Prüfung auf Druckfestigkeit der Ziegel ein. Deshalb mußte auch diesem Prüfungsverfahren besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden, die zu Verbesserungen in der Vorbereitung der Probekörper führte.

Früher schon ist geschildert worden[1]), aus welchen Gründen die Versuchsanstalt dazu überging, den Beschlüssen der internationalen Konferenzen folgend, die Ziegelsteine zu würfelähnlichen Probekörpern umzugestalten[2]). Während früher die in der Mitte auseinander gesägten Steinhälften so aufeinander gemauert wurden, daß die Kante b (Fig. 3) auf die Kante a zu liegen kam, also beide Schmalseiten des Steines übereinander lagen, werden seit 1. April 1898, um eine bessere Vertheilung der Steinmasse in dem Würfel herbeizuführen, die Hälften so miteinander vermauert, daß die Kante c auf die Kante d zu liegen kommt. Bei dieser Anordnung kann die sogen. Brennkruste nicht mehr einseitig die eine Seite des Würfels verstärken.

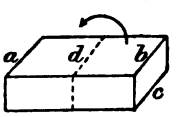


Fig. 3.

[1]) Mittheilungen 1896, S. 74.

[2]) Vergl. auch Tetmajer: Mittheilungen 1884, Heft 1, S. XXII und XXIII.

Vorbereitung der Steine. Die früher beschriebene Vorrichtung zum Abgleichen einer größeren Anzahl von Probekörpern ist gemäß Fig. 4 verbessert worden, indem durch Winkeleisen verstärkte Bleche in Benutzung genommen wurden, die durch Schraubenbolzen zusammengehalten werden.

Bei dem Vermauern und Abgleichen der Probekörper wurde die Beobachtung gemacht, daß der durch die „Münchener Beschlüsse" vorgeschriebene reine Portland-Cement für diesen Zweck wenig geeignet ist, da er beim Trocknen häufig sehr stark schwindet, wodurch die Druckflächen hohl werden und die Mörtelschichten sich oft vom Steine lösen. Es wurde deshalb die Verwendung eines Mörtels aus 1 Theil Portland-Cement und 1 Theil feinem Mauersand, der auf einem Siebe von 240 Maschen für 1 qcm abgesiebt ist, angestrebt, mußte aber wieder aufgegeben werden, da durch Versuche festgestellt wurde, daß der Abgleich- und Verbindungsmörtel die Festigkeit der Ziegelwürfel ganz erheblich beeinflußt. Diese Versuche wurden mit zwei typischen Steinsorten, nämlich mit Rathenower Mauersteinen und Birkenwerder Klinkern ausgeführt, und zwar so, daß die mit reinem Portland-Cement und mit 1 + 1 Mörtel vermauerten Körper im lufttrockenen Zustande nach 7 und 28 Tagen Alter geprüft wurden

Fig. 4.

Die Ergebnisse der Prüfung des verwendeten Portland-Cementes enthält Tab. 8 und die Ergebnisse der Prüfung der Ziegelkörper Tab. 9.

Der Cement ergab in der Mischung 1 : 3 mit Normalsand folgende Festigkeiten:

Zug		Druck	
7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage
16 kg/qcm	24 kg/qcm	151 kg/qcm	234 kg/qcm.

Aus Tab. 9 geht hervor, daß die Festigkeit der mit reinem Cement vermauerten und abgeglichenen Körper höher war als die Festigkeit der mit Mörtel 1 : 1 hergestellten Körper. Es zeigt sich aber ferner aus den Versuchen, daß die Festigkeit mit dem Alter der Körper gesetzmäßig fortschreitet, wenn auch nicht in demselben Maße, wie die Festigkeit des Normenmörtels wächst.

Hieraus ist die Nothwendigkeit zu folgern, daß die Versuche aller Versuchsreihen mit Ziegeln, welche mit einander in Vergleich gestellt werden sollen, bei gleichem Alter der Probekörper geprüft werden müssen, wenn nicht der Vergleich verloren gehen soll. Die einheitliche Ziegelprüfung bedingt somit eine Vereinbarung über das Alter der Probekörper bei der Prüfung.

Tabelle 8. Cementprüfung.

Gewicht eines Liters		Spez. Gewicht	Glühverlust	Der Abbindeversuch ergab im Mittel:						
eingelaufen	eingerüttelt			Wärmeerhöhung	Abbindezeit	Erhärtungsanfang	bei	Wärme der Luft	Wärme des Wassers	Feuchtigkeit der Luft
R_f	R_r	s	%	C°	Std.	Std.		C°	C°	%
1,200	1,937	—	—	2,0	7½	¾		16,2	15,2	61

Siebrückstände

Siebe mit Maschen für 1 qcm	180	324	600	900	5000	
Gesammt-Rückstand auf den Sieben; Procent	—	—	0,0	0,2	16,0	
Rückstand zwischen je 2 Sieben; Procent	—	—	0,0	0,2	15,8	84,0

Tabelle 9. Festigkeit von je 10 Ziegelkörpern aus 2 Steinarten mit 2 verschiedenen Mörteln nach 7 und 28 Tagen Alter der Körper.

Abgeglichen und vermauert mit	Druckfestigkeit kg/qcm von			
	Rathenower Ziegeln nach		Birkenwerder Klinkern nach	
	7 Tagen	28 Tagen	7 Tagen	28 Tagen
reinem Cement	115	126	383	447
Mörtel aus 1 Thl. Cement + 1 Thl. fein. Mauersand	99	113	345	391

In der Versuchsanstalt werden die Körper — wenn nicht besondere Umstände dies verhindern — bei 8—14 Tagen Alter geprüft. Die Innehaltung eines ganz bestimmten Alters für alle Prüfungen war bisher nicht möglich, indessen werden, wenn irgend angängig, alle Körper aus einer Ziegelgattung an demselben Tage geprüft.

Aus den Versuchen in Tab. 9 ist ferner noch zu schließen, daß, wenn die Mörtelmischung 1 + 1 im Ziegelkörper andere Versuchsergebnisse liefert als der zu demselben Zweck verwendete reine Cement, auch verschiedene Cemente, die im Laufe der Zeit zum Abgleichen verwendet werden, abweichende Festigkeiten der Ziegel ergeben werden.

Alle diese Punkte haben bisher — soweit mir bekannt ist — noch an keiner Versuchsstelle die gebührende Beachtung gefunden. Man hat bestimmt, daß die Ziegelkörper mit reinem Cement zu mauern und abzugleichen sind, ohne zu berücksichtigen, welchen Einfluß die Güte des Cementes, das Alter der Körper und ihre Behandlungsweise (das Austrocknen und Sättigen mit Wasser) auf die Festigkeit der Mörtelbänder und damit der Ziegelkörper ausüben können. Hier sind noch Lücken auszufüllen und weitere Versuche auszuführen, um Klarheit zu schaffen.

Besonders wichtig erschienen Versuche über den Einfluß des Alters der Mörtelbänder bei Erhärtung der Körper an der Luft und unter Wasser, die indessen in der Versuchs-

Tabelle 10. Ergebnisse der Prüfung von Ziegelsteinen auf Druckfestigkeit.

Trocken und wassersatt, bei verschiedenem Alter der Körper.

Rathenower Ziegelsteine, roth.

Alter der Versuchsstücke	17 Tage 2 Tage unter Wasser	17 Tage	28 Tage	3 Monate	6 Monate	Bemerkungen	17 Tage	28 Tage	3 Monate	6 Monate	Bemerkungen
Versuchs-Nr.	Im trockenen Zustande geprüft						Im wassersatten Zustande geprüft				
1	13220	12040	9440	12990	11570	Die Proben erhärteten mit Ausnahme der ersten Reihe nur an der Luft.	7600	9440	9920	10390	Die Proben erhärteten 5 Tage an der Luft, die übrige Zeit unter Wasser.
2	13550	12750	11620	13460	13220		10620	10250	11140	10390	
3	13880	13460	12750	14870	13220		10620	11660	13510	11100	
4	14400	14360	14540	15820	15350		11240	12090	13980	12990	
5	14640	16340	15440	16100	15580		11850	12320	14640	13220	
6	14920	16720	17800	16530	15580		12280	12420	16060	14640	
7	14970	17000	18090	17000	17500		13170	12560	16200	14640	
8	15960	18340	19290	17200	19240		15680	13510	18000	14870	
9	16620	18390	19340	22270	19990		16060	14120	18050	16060	
10	17240	18990	22670	24760	21230		17430	14500	18240	16530	
Mittel	14940	15839	16098	17100	16248		12655	12287	14974	13483	
Mittlere Druckfestigkeit	106,7	110,0	111,8	118,8	112,8		87,9	85,3	104,0	93,6	

Tabelle 11. Ergebnisse der Prüfung von Ziegelsteinen auf Druckfestigkeit.

Trocken und wassersatt, bei verschiedenem Alter der Körper.

Poröse Ziegelsteine, gelb.

Alter der Versuchsstücke	17 Tage 2 Tage unter Wasser	17 Tage	28 Tage	3 Monate	6 Monate	Bemerkungen	17 Tage	28 Tage	3 Monate	6 Monate	Bemerkungen
Versuchs-Nr.	Im trockenen Zustande geprüft						Im wassersatten Zustande geprüft				
1	3000	4770	3560	3840	4300	Die Proben erhärteten mit Ausnahme der ersten Reihe nur an der Luft.	3900	4500	3750	5800	Die Proben erhärteten 5 Tage an der Luft, die übrige Zeit unter Wasser.
2	3650	4900	5400	4500	5520		5240	5030	4950	5960	
3	3700	5400	5440	5270	5800		5500	5300	5220	7200	
4	4100	6350	5750	6950	6100		5920	5550	5300	7350	
5	4400	6500	6550	7200	6140		6360	5640	5340	7900	
6	4650	6910	6760	7660	7800		6400	6060	5350	7900	
7	5430	7750	7350	8200	8230		6950	6520	5600	8320	
8	5950	8630	8940	9050	8670		7350	6800	6500	8570	
9	6800	9440	9700	9950	8840		8650	9250	6550	9200	
10	10200	9650	10550	10480	9060		10300	12630	8150	10830	
Mittel	5188	7030	7000	7310	7046		6657	6728	5671	7903	
Mittlere Druckfestigkeit	36,0	48,8	48,6	50,8	48,9		46,2	46,7	39,4	54,9	

anstalt bisher nur in beschränktem Umfange ausgeführt werden konnten, weil die Raumverhältnisse nicht die Unterbringung einer großen Zahl von Körpern gestatteten. Einige Reihen, die mit Rathenower Steinen, mit porösen Steinen und mit gewöhnlichen Hintermauerungssteinen ausgeführt wurden, sind in Tab. 10—12 zur Darstellung gebracht. Die Steine von Normalformat waren absichtlich so ausgewählt, daß sie verhältnißmäßig geringe Druckfestigkeit ergaben, um die Festigkeit des Steines gegenüber der Festigkeit der Mörtelbänder, auf deren Prüfung es ankam, in den Hintergrund zu bringen. Die Versuchskörper wurden mit reinem Cement

Tabelle 12. Ergebnisse der Prüfung von Ziegelsteinen auf Druckfestigkeit.

Trocken und wassersatt, bei verschiedenem Alter der Körper.

Gewöhnliche Hintermauersteine, röthl. gelb.

Alter der Versuchsstücke	17 Tage 2 Tage unter Wasser	17 Tage	28 Tage	3 Monate	6 Monate	Bemerkungen	17 Tage	28 Tage	3 Monate	6 Monate	Bemerkungen
Versuchs-Nr.	Im trockenen Zustande geprüft						Im wassersatten Zustande geprüft				
1	8970	12040	11330	17250	10860	Die Proben erhärteten mit Ausnahme der ersten Reihe nur an der Luft.	10860	6470	5670	6610	Die Proben erhärteten 5 Tage an der Luft, die übrige Zeit unter Wasser.
2	12280	13030	12800	18790	11570		13550	7080	6610	8500	
3	12370	14970	15250	20830	14170		13690	7700	7560	11100	
4	13740	16530	16760	25660	14870		14310	9920	9680	11810	
5	16430	17700	18090	28190	19990		16100	10250	12510	13460	
6	19740	28440	19190	30680	20980		18240	13600	12750	16060	
7	23470	29190	30930	31680	20980		19390	14210	13980	18490	
8	23720	31630	33570	33420	23720		21730	14920	18340	18990	
9	26450	34660	35160	33570	24960		24960	15350	18740	19740	
10	27450	36200	36900	(61780)	(56800)		26350	17250	21530	27950	
Mittel	18462	23439	22998	26674	18011		17918	11675	12787	15271	
Mittlere Druckfestigkeit	135,8	172,3	169,1	196,1	132,4		131,8	85,8	93,7	112,3	

vermauert und abgeglichen hatten die Abmessungen 12 · 12 · 15,5 cm und 144 qcm gedrückte Fläche.

10 Probewürfel jeder Steinsorte wurden nach der Anfertigung 3 Tage im Laboratorium belassen, kamen dann 2 Tage unter Wasser und verblieben darauf bis zur Prüfung im trockenen Raume. Das Unterwasserbringen war eine nothwendige Folge der Verwendung von reinem Cement, der — wie bereits erwähnt — vielfach stark schwand, so daß sich die geebneten Druckflächen verkrümmten und zuweilen so stark austrockneten, daß sich die Mörtelschichten vom Steine loslösten. Um dies zu vermeiden, mußte dem Mörtel nach der Erstarrung noch einmal Wasser zugeführt werden.

40 Probewürfel jeder Steinsorte blieben bis zur Prüfung in trockener Luft und 40 blieben 5 Tage an der Luft, wurden dann unter Wasser aufbewahrt und wassersatt geprüft.

Die Ergebnisse der Einzelversuche sind in die Tabellen 10—12 steigend geordnet eingetragen worden. Der Vergleich der Mittelwerthe zeigt, daß die Festigkeit der 2 Tage unter Wasser gelagerten Körper bei allen drei Steinsorten geringer ist als die der Steine, welche 17 Tage an der Luft verblieben. Daß die gleichalterigen nur 5 Tage an der Luft, dann im Wasser aufbewahrten Steine geringere Festigkeiten liefern würden, war vorauszusehen, denn sie hatten Zeit, sich mit Wasser zu sättigen und wassersatte Steine ergeben durchweg geringere Druckfestigkeiten als trockene.

Die Versuchsergebnisse zeigen ferner, daß, abgesehen von den unvermeidlichen Schwankungen der Festigkeiten, die in der Ungleichheit des Materiales begründet sind, das Alter der Mörtelbänder in diesem Falle die Festigkeit der Steine nicht beeinflußt hat. Das gleichmäßigste Material, die Rathenower Ziegel, hat von 17 Tagen bis zu 6 Monaten Alter befriedigend übereinstimmende Festigkeitsmittelwerthe geliefert. Es scheint somit in Rücksicht auf die Ergebnisse der Tab. 9. als wenn die Mörtelbänder nach etwa 2—3 Wochen Alter keinen erheblichen Einfluß auf die Festigkeit der Ziegelkörper mehr üben, während bei nur einer Woche Erhärtungszeit die Festigkeit niedriger ausfällt.

Weitere Versuche müssen hierüber volle Aufklärung schaffen.

Hintermauerungssteine mit ihrem außerordentlich ungleichmäßigen Material eignen sich für derartige Versuche nicht, oder es müssen in jeder Reihe sehr viel mehr Einzelversuche ausgeführt werden, als sich bei den vorliegenden Versuchen ermöglichen ließ.

Fugendicke. Von Interesse wäre gewesen, an verschiedenen Ziegelarten den Einfluß der Fugendicke auf die Festigkeitsergebnisse anzustellen, indessen konnten besondere Versuche hierüber nicht ausgeführt werden. Gelegentlich der Prüfung von Schornsteinmauerwerk ausgeführte Versuche, die schon veröffentlicht sind[1]), haben aber gezeigt, daß die Festigkeit von Ziegelkörpern erst wesentlich abnimmt, wenn die Fuge übertrieben dick wird. Innerhalb der Grenzen, die bei sorgfältigem Aufeinandermauern der beiden Steinhälften sich von selbst ergeben, also bis zu einer Dicke der Fuge von höchstens 1,5 cm, wird die Festigkeit des Ziegelkörpers durch die Fugendicke, wie es scheint, nur ganz unwesentlich beeinflußt, so zwar, daß Körper mit dickerer Fuge geringere Festigkeit liefern.

Mit Werksteinmauerwerk ist Ingenieur Tourtay[2]) zu ganz ähnlichen Ergebnissen gelangt. Er prüfte 3 Werksteinarten mit 400—900 kg/qcm Druckfestigkeit, indem er einmal volle Steinwürfel, das andere Mal Würfel verwendete, die aus 2 aufeinander gelegten Platten bestanden. Die Zwischenfuge wurde entweder nicht geschlossen, oder mit flüssigem Cement ausgegossen, oder mit Mörtel ausgefüllt. Zur Verwendung gelangten Cementmörtel mit 5, 10 und 15 mm Fugendicke und Wasserkalkmörtel mit 10 mm Fugendicke. Der Cementmörtel ergab nach 21 Tagen Erhärtung 73 kg/qcm, der Wassermörtel 20 kg/qcm Druckfestigkeit. Bei 140—300 kg/qcm Druck auf die Körper begann der Mörtel der mit Fuge gemauerten Körper am Rande der Fuge abzublättern und herauszufallen, und zwar um so eher, je dicker die Fuge war. Die Probewürfel, deren Zwischenfugen keine Mörtelfüllung, sondern einen Aufguß aus reinem Cement erhalten hatten, verhielten sich dagegen vollständig, als wenn sie ohne Fuge aus einem einzigen Stück gearbeitet wären (eine Erscheinung, die zweifellos auf den Umstand zurückzuführen ist, daß der reine Cement nahezu dieselbe Druckfestigkeit erlangt, wie die den Prüfungen zu Grunde gelegten, wenig festen Steinarten)[3]).

Tourtay zog aus seinen Versuchen folgende Schlüsse:

1. Die Zerstörung des Mörtels findet im Werksteinmauerwerk bei sehr viel höherem Druck statt, als in den aus Mörtel angefertigten Probewürfeln, jedoch bei weit geringerem Drucke, als der Festigkeit des Werksteines entspricht. (Der Nachsatz trifft nicht mehr zu, wenn sich die Steinfestigkeit der Mörtelfestigkeit nähert. Zahlreiche Prüfungen in der Versuchsanstalt haben gezeigt, daß z. B. bei Ziegeln die Zerstörung vielfach gleichzeitig in Stein und Fuge eintritt[4]), häufig auch der Stein zuerst zerstört wird.)

2. Der Druck, welcher die Zerstörung des Mörtels bewirkt, steht im umgekehrten Verhältnisse zur Dicke der Mörtelfuge, so daß unter sonst gleichen Bedingungen es rathsam erscheint, die Mörtelfugen so dünn zu machen, als ihre gute Herstellung es zuläßt.

3. Die ohne Fugenfüllung aufeinander gelegten Probeplatten ergaben Festigkeitszahlen, welche wesentlich geringer als die der vollen Steinwürfel, jedoch wesentlich größer als die der

---

[1]) Mittheilungen 1899, S. 11.

[2]) Annales des Ponts et Chaussées 1885. Sept.

[3]) Ueber den Einfluß der Probenform auf die Druckfestigkeit vergl. auch: Martens, Handbuch der Materialienkunde, S. 109—121, und Mittheilungen 1896, S. 133. Bauschinger: Mittheilungen München, Heft 10.

[4]) Vergl. auch Mittheilungen 1899, S. 11.

Tabelle 13. **Vergleich der Festigkeit von Ziegelsteinen nach dem alten Verfahren (halbe Steine) und nach dem neuen Verfahren (würfelförmige Mauerkörper).**

Mittelwerthe aus je 10 Versuchen.

Nr.	Bezeichnung der Steine	Mittl. Gewicht kg	Abmessungen der Steine			Altes Verfahren			Neues Verfahren		
			Länge cm	Breite cm	Höhe cm	$\frac{V_f}{l}$	Gedrückte Fläche qcm	Druckfestigkeit kg/qcm	$\frac{V_f}{l}$	Gedrückte Fläche qcm	Druckfestigkeit kg/qcm
1	Rothe Vollziegel	3,662	25	12	6,5	1,87	147,0	**543**	0,83	144,0	**554**
2	Hellgelbe Klinker	4,155	25	12	6,5	1,88	150,0	**369**	0,79	150,0	**485**
3	Schmutzig gelbe harte Maschinenklinker	3,700	25	12	6,5	1,88	150,0	**397**	0,78	143,0	**473**
4	Gelbe Ziegel (Maschinensteine)	3,113	25	12	6,5	1,88	150,0	**323**	0,82	144,0	**400**
5	Rothe Vollziegel	3,844	25	12,5	6,6	1,90	156,25	**208**	0,86	147,6	**397**
6	Rothviolette Ziegel (Querschneider)	3,771	25	12	6,5	1,88	150,0	**295**	0,81	148,0	**386**
7	Schmutzig gelbe hellharte Maschinenklinker (1)	4,050	25,5	12,5	7,0	1,80	158,8	**327**	0,79	154,0	**359**
8	Dunkelrothe Ziegelsteine	3,840	25	12,2	6,5	1,89	152,5	**294**	0,84	149,0	**351**
9	Hellbraune Klinker	3,270	25	12	6,5	1,88	150,0	**389**	0,82	150,0	**330**
10	Braungelbe Ziegel (Langschneider)	3,838	25	12	6,5	1,88	150,0	**335**	0,81	148	**314**
11	Gelbe Ziegel (Handstrichsteine)	2,932	24,0	11,5	6,5	1,80	138,0	**202**	0,78	132,0	**312**
12	Gelbe Birkenwerder Klinker	3,580	25	12	6,5	1,88	150,0	**350**	0,79	150,0	**310**
13	Rothe Vollziegel	3,459	25	11,6	6,5	1,86	145,0	**223**	0,83	142,7	**271**
14	Blaßrothe Vollziegel	3,194	25	12	6,5	1,88	150,0	**260**	0,84	150,0	**260**
15	Rothe Vollziegel	3,352	25	11,7	6,6	1,83	146,3	**291**	0,81	142,8	**249**
16	Rothe Rathenower Verblender	3,880	25,5	12,5	6,5	1,94	159,38	**222**	0,80	156,25	**175**
17	Rothe Vollziegel	2,637	24,5	11,9	6,4	1,89	145,18	**95**	0,77	142,8	**105**
18	Dunkelgraue Schlackensteine	3,531	25	12	6,5	2,25	300,0 [1]	**142**	0,81	147,0	**91**
19	Rothe Vollziegel	3,515	24,4	11,5	6,5	1,80	138,0	**130**	0,84	138,0	**85**
20	Dunkelgraue Schlackensteine	3,750	25	12	6,5	2,25	300,0 [1]	**101**	0,81	147,0	**76**
21	desgl.	3,219	25	12	6,5	2,25	300,0 [1]	**51**	0,81	147,0	**36**

durch Mörtelfugen miteinander verbundenen Probeplatten waren. (In der Versuchsanstalt ist wiederholt beobachtet worden, daß Steinwürfel mit schiefriger Struktur, die auseinander geplatzt waren, beim Zerdrücken der wieder aufeinander gepaßten Hälften normal zur Lagerrichtung dieselbe Festigkeit ergaben, wie volle Würfel. Daraus darf wohl geschlossen werden, daß genügend sorgfältig aufeinander geschliffene Würfelhälften nahezu die Festigkeit des vollen Würfels geben würden.)

4. Probewürfel, deren Zwischenfugen eine Füllung mit reinem Cement in dünner Schicht erhalten, verhalten sich wie volle Steinwürfel und ergeben Festigkeitszahlen, welche diejenigen der mit Mörtelfugen gemauerten Würfel weit übertreffen. Obgleich die Festigkeit der aus Cementmörtel hergestellten Probewürfel dreimal so groß war, wie die der aus Wasserkalkmörtel angefertigten Druckkörper, so zeigte sich doch in den gemauerten Probewürfeln äußerlich kein nennenswerther Unterschied zwischen beiden Mörtelarten.

Als Bedingung für die Giltigkeit der beiden letzten Regeln für die Bauausführung giebt Tourtay an, daß die Lagerfugen der Werksteine sehr gleichmäßig bearbeitet sein müssen.

Form der Versuchsstücke. Ein sehr viel größerer Einfluß auf die Festigkeitsergebnisse, als ihn die Zusammensetzung, das Alter und die Dicke der Mörtelbänder ausübt, mußte in der neueren Formgebung und Vorbereitung der Versuchsstücke gegenüber

[1] Die Steine waren auf den Druckflächen mit Gips abgeglichen und nicht halbirt.

Tabelle 14. **Häufigkeit der Abweichungen vom Mittelwerth 100 der Druck-**

Verfahren	40—50		50—60		60—70		70—80		80—90		90—100		100—110	
	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%
Altes Verfahren	1	0,6	0	0	11	6,6	17	10,2	27	16,1	31	18,4	29	17,2
Neues Verfahren	—	—	—	—	3	1,8	10	6,4	27	17,4	34	22	49	31,6

dem alten Verfahren vermuthet werden, bei dem der halbe (zuweilen auch der ganze) Stein ohne jede Vorbereitung in die Presse gelegt wurde. Soweit sich dies ermöglichen ließ, sind, um Vergleichszahlen zu erhalten, eine Anzahl Steine nach beiden Verfahren geprüft worden, die Ergebnisse enthält Tab. 13 auf S. 175. Sie zeigen, daß das neuere Verfahren im Allgemeinen höhere Festigkeitswerthe liefert und zwar je nach der Ziegelart in größerem oder geringerem Maße, keineswegs aber gesetzmäßig.

Bauschinger[1]) weist schon darauf hin, daß er zuweilen beim Zerdrücken von Würfeln aus zwei aufeinander gemauerten Ziegelsteinhälften größere Druckfestigkeiten gefunden habe als an Steinen, die er nach dem Abgleichen der Druckflächen mit Cementmörtel und unter Benutzung von Filzzwischenlagen am ganzen Stein gefunden hat. Bauschinger erklärt dieses auffällige Resultat aus dem Gebrauch von Filzbeilagen oder auch aus der Verwendung mageren Mörtels bei den älteren Versuchen (bei den würfelähnlichen Körpern wurde reiner Cement verwendet). Da in der Versuchsanstalt bei den älteren Versuchen weder Mörtelbänder noch Filz- oder überhaupt Zwischenlagen verwendet wurden, so ist die höhere Festigkeit der würfelähnlichen Körper hier nur auf Rechnung des sorgfältigen Abgleichens der Druckflächen zu setzen. Die nicht abgeglichenen Steinflächen haben in den meisten Fällen Unebenheiten, die, wenn sie aus der Ebene hervorragen, als Keil frühzeitig zersprengend auf den Stein wirken müssen, wenn dieser zwischen zwei harten und ebenen Flächen gepreßt wird. In der That ergaben nur diejenigen harten Ziegel, die sehr gleichmäßig geformt sind und ziemlich ebene Druckflächen haben, nach dem alten Verfahren höhere Festigkeiten, als nach dem neuen (vergl. z. B. Nr. 9, 10, 12, 15 und 16 in Tab. 13).

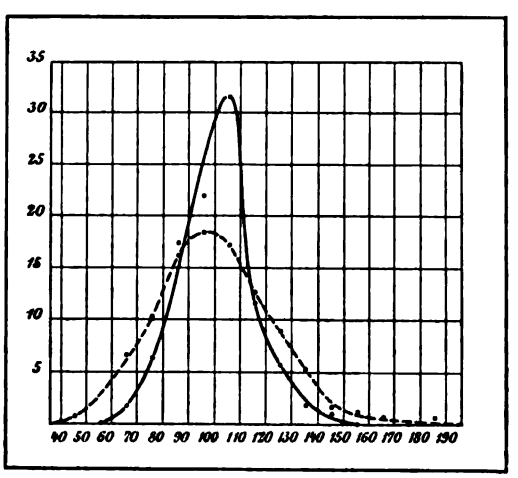


Fig. 5. Häufigkeit der Abweichungen u. s. w.

Auch folgen alle Ziegel mit geringer Festigkeit dem Gesetz der Aehnlichkeiten[2]); ihre Druckfestigkeit ist bei gleicher Druckfläche von der Höhe des Prismas abhängig. In Tab. 13 ist wie auch in den Tab. 1 des leichteren Vergleichs wegen statt der einzelnen Abmessungen der Versuchskörper das Verhältniß der Seite der Fläche f zur Höhe $\frac{\sqrt{f}}{l}$ angegeben.

Das neue Verfahren hat vor dem alten den Vorzug größerer Zuverlässigkeit.

[1]) Mitth. aus dem mech. techn. Laboratorium der Königl. techn. Hochschule in München, Heft 10, S. 7.

[2]) Vergl. Martens: Ueber den Einfluß der Körperform auf die Ergebnisse von Druckversuchen. Mittheilungen 1896, S. 133.

festigkeit von Ziegelsteinen bei Anwendung zweier verschiedener Verfahren.

110—120		120—130		130—140		140—150		150—160		160—170		170—180		180—190		Σ aller Versuche
Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	
21	12,6	15	9	9	5,4	3	1,8	2	1,2	1	0,6	0	0	1	0,6	168
18	11,7	9	5,8	3	1,9	2	1,2	—	—	—	—	—	—	—	—	155

Ein klares Bild hierüber giebt die übersichtliche Zusammenstellung der Abweichungen aller Einzelwerthe der Versuchsreihen in Tab. 14 von den Mittelwerthen. In Tab. 14 sind die 168 Versuche, welche nach dem alten Verfahren ausgeführt wurden, und die 155 Versuche nach dem neuen Verfahren so zusammengestellt, daß die Abweichungen vom Mittel 100 in Gruppen von je 10 % zusammengefaßt sind.

Fig. 5 läßt deutlich die Häufigkeit der Wiederkehr der Abweichungen erkennen. Die ausgezogene Linie ist die Häufigkeitskurve für das neue Verfahren, die gestrichelte Linie die Kurve für das alte Verfahren. Man sieht, wie sehr das neue Verfahren dem alten an Zuverlässigkeit der ermittelten Werthe überlegen ist.

Biegefestigkeit. Die Ermittelung der Biegefestigkeit von Ziegelsteinen wird verhältnißmäßig selten gefordert, weil in der That diese Eigenschaft nur in besonderen Fällen praktisch zur Geltung kommt. Die Ausführung der Prüfung ist bereits früher geschildert[1]) und es ist nur nachzuholen, daß, um dem Ziegel ein gleichmäßiges Aufliegen auf den Stahlschneiden zu ermöglichen, die Steine an den Auflagestellen mit flachen Cementbändern versehen werden. In welcher Weise die Versuchsergebnisse dargestellt werden, ist aus mehreren Beispielen der Tabellen 1 ersichtlich (Nr. 12, 13, 24, 33, 41, 61, 110, 155). Nach diesen Beispielen ist die Biegefestigkeit der Klinker und Hartbrandsteine $^1/_4$ bis $^1/_6$ der Druckfestigkeit im trockenen Zustande.

Abnutzbarkeit. Die Prüfung auf Abnutzbarkeit ist an zahlreichen Steinen, die zu Pflasterungs- oder ähnlichen Zwecken bestimmt waren, in der schon früher beschriebenen Weise[1]) vorgenommen worden. Ueber die Ergebnisse soll weiter unten zusammenfassend berichtet werden, vorweg sei nur bemerkt, daß (Spalte 22) bei vielen Ziegeln der Schleifverlust im ersten Arbeitsviertel geringer ist, als in den anderen. Diese Erscheinung ist darauf zurückzuführen, daß die zu schleifende Fläche Anfangs selten glatt an der Scheibe anliegt, die daher noch nicht voll wirken kann. Auch setzt die größere Härte der sogen. Brennhaut häufig dem Abschleifen größeren Widerstand entgegen. Wollte man diese vor dem Versuch durch ebenes Abschleifen entfernen, um den Stein zum satten Anliegen an die Scheibe zu bringen, so würde man dem Pflasterziegel einen Theil seiner Eigenthümlichkeit nehmen.

Stoßfestigkeit. Die Prüfung auf Stoßfestigkeit[2]) wurde antragsgemäß nur an einer Klinkersorte (Nr. 1 der Tab. 1) ausgeführt[3]), obgleich gerade die Stoßfestigkeit neben der Prüfung auf Abnutzung durch Schleifen sehr werthvolle Fingerzeige für die zweckmäßige Auswahl der Steine zu Pflasterzwecken zu geben vermag.

---

[1]) Mittheilungen 1896, S. 76.

[2]) Vergl. Martens: Handbuch der Materialienkunde I, S. 162.

[3]) Zahlreiche Platten und Dachziegel wurden außerdem auf Stoßfestigkeit geprüft. Ueber diese Ergebnisse wird später berichtet werden.

Tabelle 15. Ergebnisse der Prüfung von Klinkern auf Stoßfestigkeit.

Lufttrockene Proben.

Abmessungen: 21,5 . 11 . 5,3 cm. Gewicht im Mittel 2,745 kg.

Probe Nr.	Angaben zu den einzelnen Schlägen							Bemerkungen
		Nr. des Schlages				Anzahl der Schläge	Σ der Schlagarbeit	
		1	2	3	4			
1	Fallhöhe in m	0,50	—	—	—	—	—	Vom Treffpunkte des Fallgewichtes aus in zwei annähernd gleiche Theile zersprungen.
	Arbeit in mkg für den Schlag	0,998	—	—	—	1	0,998	
2	Fallhöhe in m	0,45	—	—	—	—	—	
	Arbeit in mkg für den Schlag	0,898	—	—	—	1	0,898	
3	Fallhöhe in m	0,40	0,45	0,50	—	—	—	
	Arbeit in mkg für den Schlag	0,798	0,898	0,998	—	3	2,694	
4	Fallhöhe in m	0,40	0,45	0,50	0,60	—	—	
	Arbeit in mkg für den Schlag	0,798	0,898	0,998	1,197	4	3,891	
5	Fallhöhe in m	0,40	0,45	0,50	—	—	—	
	Arbeit in mkg für den Schlag	0,798	0,898	0,998	—	3	2,694	

Für diese Prüfungen gelangt ein neuer, von Prof. Martens konstruirter und im Handbuch der Materialienkunde beschriebener und abgebildeter Apparat zur Anwendung, der sich bereits bei zahlreichen Versuchen bewährt hat.

Der Arbeitsvorgang bei der Prüfung mit diesem Apparat ist folgender:

Nachdem der zu prüfende Stein (oder die Platte) mit der Hand fest auf feinen Sand — durch Verschieben — aufgelegt ist, wird das Fallgewicht von etwa 2 kg[1]), welches an seinem stärkeren Ende nach 32 mm Radius abgerundet ist, ausgelöst, so daß es frei auf die Mitte des Steines herabfällt. Die Fallhöhe wird nach Möglichkeit so gewählt, daß gerade ein Stoß im Stande ist, den Stein zu zertrümmern. Gelingt dies nicht, so wird ein zweiter Schlag aus größerer Höhe ausgeübt und die Summe derjenigen Stoßarbeit ermittelt, welche gerade im Stande ist, den Stein zu zertrümmern.

Tab. 15 enthält einen Theil der Ergebnisse der Versuche mit dem Klinker Nr. 1, um zu zeigen, in welcher Weise die Versuchsergebnisse dargestellt werden.

Die Prüfung auf Säurebeständigkeit ist nur bei vier Ziegelgattungen gewünscht worden, In drei Fällen (Nr. 1, Klinker, und Nr. 172, glasirte Verblendplättchen, sowie glasirte Formsteine [Anhang]) wurden die Steine 14 Tage lang der Einwirkung von koncentrirter Salzsäure und von „Nitrosäure" (1 Thl. koncentrirter Schwefelsäure und 1 Thl. koncentrirter Salpetersäure) ausgesetzt, ohne sich zu verändern. In einem Falle (Nr. 169, glasirte Kaminsteine) wurde antragsgemäß Flußsäure verwendet, die einige Veränderungen an der Glasur der Steine bewirkte (vergl. Tab. 1, Nr. 169).

---

[1]) Zur Verfügung stehen folgende birnenförmige Fallgewichte:

502 g	Krümmungsradius	20 mm,
1001 „	„	26 „
1995 „	„	32 „
4984 „	„	45 „

Prüfungen ganzer Mauerwerkskörper sind nur vereinzelt ausgeführt worden. Ihre Ergebnisse werden veröffentlicht werden, wenn größere Versuchsreihen vorliegen. Die Art der Versuchsausführung mit solchen Körpern zeigt Fig. 6. Damit ist die Schilderung der ausgeübten Versuchsverfahren erschöpft, und es erübrigt nur noch, auf die Ergebnisse der Versuche auf Druckfestigkeit und Abnutzbarkeit etwas näher einzugehen.

Fig. 6.

Schlußfolgerungen:

Druckfestigkeit der Ziegelsteine.

Die Druckfestigkeit der geprüften Steine schwankt für die vier Hauptgruppen innerhalb folgender Grenzen:

Klinker	764—198 kg/qcm
Hartbrandsteine . . .	508—207 „
Verblender von Normalformat	706—175 „
Hintermauerungssteine .	459—65 „

Man sieht hieraus, daß — wenn man die den Ziegeln gegebenen Bezeichnungen überall als richtig anerkennt — die Druckfestigkeit allein keinen Maßstab für die Zutheilung eines Steines zu einer bestimmten Steingruppe abgeben kann.

Berücksichtigt man indessen die Häufigkeit der Wiederkehr bestimmter Festigkeiten innerhalb der einzelnen Gruppen, so gewinnt man aus den Festigkeitsversuchen ein Urtheil, welche mittlere Festigkeit annähernd von einem „Klinker", einem „Verblender" u. s. w. zu fordern ist. (Tab. 16.)

Tabelle 16. **Häufigkeit der Wiederkehr bestimmter Festigkeiten in vier Steingruppen.**

Gruppe	Ueber 700 kg/qcm	kg/qcm zwischen 700/650	650/600	600/550	550/500	500/450	450/400	400/350	350/300	300/250	250/200	200/150	Unter 150 kg/qcm	Zusammen Prüfungen
Klinker	1	—	1	6	1	5	7	5	3	1	2	2	—	34
Hartbrand	—	—	—	—	1	—	1	7	8	2	2	—	—	21
Verblender	1	—	—	1	—	1	—	4	2	2	—	1	—	12
Hintermauerungssteine	—	—	—	—	—	1	—	1	2	6	12	10	11	43

Man sieht aus Tab. 16, daß gute Klinker eine Druckfestigkeit von 500—600 kg/qcm, mittlere eine solche von 350—500 kg/qcm haben, und Steine von 250—350 kg/qcm mit Berechtigung als Hartbrandsteine zu bezeichnen sind. Verblender würden 300—400 kg/qcm und Hintermauerungssteine 150—300 kg/qcm Druckfestigkeit aufweisen müssen, wenn sie einem guten Durchschnitt entsprechen sollen. Steine mit weniger als 150 kg/qcm Druckfestigkeit im trockenen Zustande sind geringwerthig.

Berechnet man die Mittelwerthe aus den Druckfestigkeiten aller, also auch der Prüfungen in den Tabellen 1, welche nach oben oder unten hohe abweichende Ergebnisse geliefert haben,

so ergeben sich für die vier Hauptgruppen der Steine folgende mittleren Druckfestigkeiten (trocken):

Klinker	430	kg/qcm
Hartbrand	338	„
Verblender von Normalformat . . .	383	„
Hintermauerungssteine	203	„

Bezüglich des Verhaltens der Steine gegen Druckbeanspruchung nach Wassersättigung und Frost reicht die Zahl der Versuche noch nicht aus, um allgemein gültige Schlüsse zu ziehen. Mit Sicherheit ist indessen aus den Tabellen 1 zu ersehen, daß die meisten Ziegel durch Wasseraufnahme und auch durch Frost eine Festigkeitsverminderung erleiden, die sehr verschieden groß sein kann, daß aber die Zahl derjenigen Ziegelsorten, die durch das 25malige Gefrieren äußerlich sichtbare Schäden erleiden, sehr gering ist. Der Umstand, daß solche Schäden häufig erst nach wiederholter Frostbeanspruchung auftreten, spricht für Beibehaltung des wiederholten Gefrierens, wenn auch die hierdurch entstehenden Zeitverluste für die Abnahme der Steine häufig unangenehm fühlbar werden.

Abnutzung der Ziegelsteine.

Die Zahl der Versuche auf Abnutzbarkeit ist verhältnißmäßig gering und läßt noch kein Schlußurtheil über das zuzulassende Höchstmaß der Abnutzung guter Pflasterklinker zu. Immerhin zeigen die Ergebnisse, daß die Abnutzbarkeit eine von der Druckfestigkeit wenig abhängige Eigenschaft ist, die innerhalb ziemlich weiter Grenzen schwanken kann. Sieht man von den Steinen Nr. 32 Tab. 1 ab, die auf Grund ihrer durch die Prüfung festgestellten Eigenschaften als „Klinker" nicht bezeichnet werden können, so schwankt die Abnutzung der geprüften Klinker zwischen 5 und 23 ccm und beträgt im Mittel aus 12 Sorten 12,4 ccm. 12 ccm oder weniger Abnutzung fordert man auch von einem guten Pflasterbeton.

---

2. Der heutige Stand der Holzuntersuchungen und die Vereinheitlichung der Prüfungsverfahren.

Vom stellvertr. Direktor und Vorsteher der Abtheilung für Metallprüfung, Professor Rudeloff.

Die Eigenschaften des Holzes, welche bei seiner Verwendung in der Technik in Anspruch genommen werden, seinen bautechnischen Werth bestimmen, deren Erprobung daher sowohl für den Techniker als auch für den Forstmann von Bedeutung ist, sind:

I. die Festigkeit und
II. das Verhalten gegen Feuchtigkeit.

Ferner kommen bei der Auswahl unter den verschiedenen Holzarten zu einem bestimmten Verwendungszweck in Frage:

III. die Gewichtsverhältnisse.

Das Verhalten gegen Feuchtigkeit ist hierbei nach drei Richtungen hin von Bedeutung und zwar insofern, als

1. mit dem Feuchtigkeitsgehalt des Holzes auch dessen Festigkeit und
2. dessen Rauminhalt sich ändert und
3. die Dauerhaftigkeit des Holzes in vielen Fällen der Verwendung von der Widerstandsfähigkeit gegen wechselnden Zutritt von Feuchtigkeit und Luft abhängt.

Der Einfluß des Feuchtigkeitsgehaltes auf die Festigkeit läßt sich auf verhältnißmäßig einfache Weise durch Parallelversuche mit lufttrockenen und nassen Proben ermitteln. Seine Untersuchung bildet somit einen Theil der Festigkeitsversuche, erfordert daneben aber die Ermittelung des Feuchtigkeitsgehaltes und des Wasseraufnahmevermögens.

Die Veränderungen des Rauminhaltes mit dem Feuchtigkeitsgehalt sind durch Ermittelung des Schwindens und Quellens festzustellen.

Der Prüfung von Holz auf Dauerhaftigkeit ist bisher wenig Aufmerksamkeit zugewendet. Die Ursache hierfür liegt wohl theils in der Schwierigkeit der sachgemäßen Durchführung solcher Versuche im Kleinen, nicht zum Wenigsten aber auch darin, daß Holz überhaupt im Allgemeinen nur geringe Widerstandsfähigkeit gegen Faulen besitzt. Man ist daher längst dazu übergegangen, Hölzer, welche bei ihrer Verwendung der Gefahr des Faulens ausgesetzt sind, durch Tränkung (Imprägniren) widerstandsfähiger zu machen und dann das angewendete Tränkungsverfahren durch Versuche im Großen auf seine Brauchbarkeit zu prüfen.

Mit Rücksicht auf die großen Kosten und den Zeitaufwand, den derartige Versuche erfordern, wäre es von großer Bedeutung, sie durch sog. Laboratoriumsversuche ersetzen zu können. Zugleich wäre festzustellen, in welchem Maße die Festigkeitseigenschaften des Holzes durch das Tränken verändert werden.

Hiernach umfaßt die vollständige Untersuchung der Hölzer auf ihre technischen Eigenschaften die Ermittelung:

I. der Festigkeitseigenschaften in verschiedenen Zuständen der Trockenheit und im getränkten Zustande,
II. des Feuchtigkeitsgehaltes,
III. des Wasseraufnahmevermögens,
IV. der Veränderungen des Rauminhaltes durch Schwinden und Quellen,
V. der Widerstandsfähigkeit gegen Faulen und
VI. der Gewichtsverhältnisse, des specifischen Gewichtes der Holzmasse und des Raumgewichtes.

Im Nachstehenden mögen nun zunächst die verschiedenen Verfahren, welche bisher zur Ermittelung der unter I—VI genannten Eigenschaften angewendet wurden, besprochen sein.

THE NEW YORK PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX AND TILDEN FOUNDATIONS.

A. Die Untersuchungsverfahren.

I. Bestimmung der Festigkeitseigenschaften.

1. Der Zugversuch.

Die Zugversuche werden in der Regel auf Proben beschränkt, die in der Längsrichtung aus dem Stamm entnommen sind. Bei ihrer Durchführung entstehen besondere Schwierigkeiten in der Wahl sachgemäßer Einspannung der Stabenden. Wie letztere auch angeordnet sein möge, in allen Fällen ist die Belastung durch die Schubfestigkeit in der Längsrichtung von außen auf den Zerreißungsquerschnitt zu übertragen. Da nun die Zugfestigkeit in der Längsrichtung so erheblich größer ist als die Schubfestigkeit, so müssen die Stabköpfe im Verhältniß zum Zerreißungsquerschnitt außerordentlich lang gehalten werden. Ferner empfiehlt es sich, die Einspannung so zu wählen, daß sie seitlichen Druck auf die Kopfflächen ausübt, damit der Widerstand gegen Herausziehen des mittleren Stabtheiles aus den stärkeren Köpfen in Folge Ueberwindens der Schubfestigkeit erhöht wird.

Nach diesen Gesichtspunkten sind die Stabform von Bauschinger[1]) (Fig. 1), welche auch von der Charlottenburger Versuchsanstalt[2]) und mit geringen Abänderungen auch

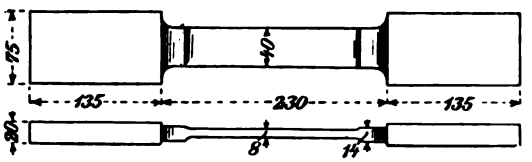


Fig. 1.

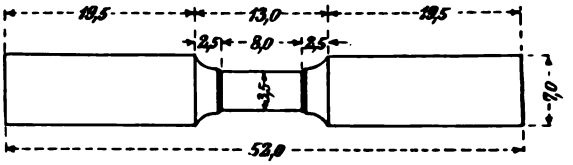


Fig. 2.

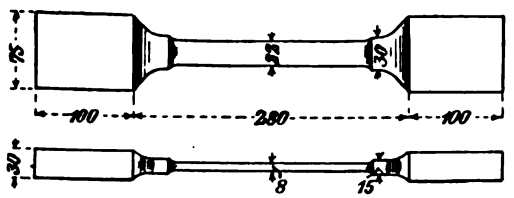


Fig. 3.

Fig. 4.

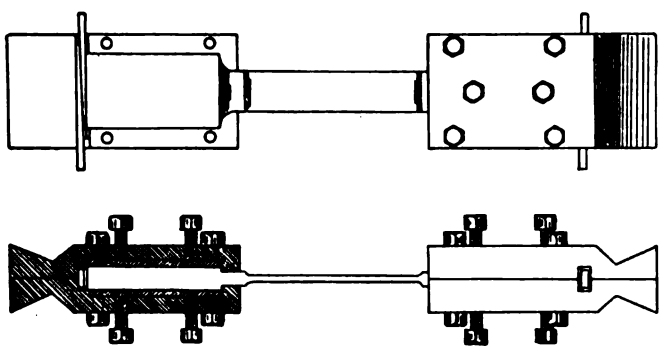


Fig. 5.

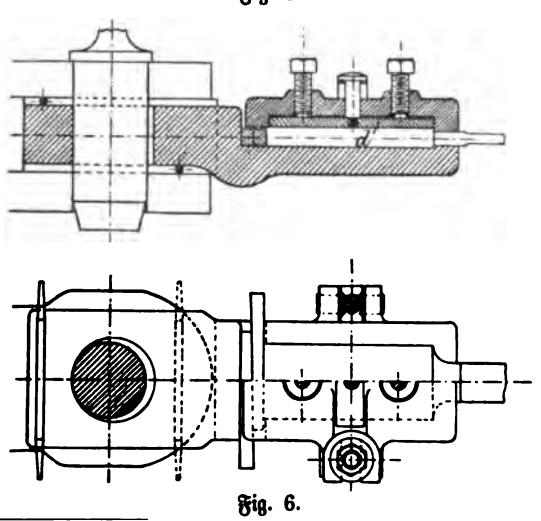


Fig. 6.

von Tetmajer[3]) (Fig. 2) und von Wijkander[4]) (Fig. 3) benutzt ist, sowie die Stabform von Johnson[5]) (Fig. 4) bemessen.

Bei dem Bauschingerschen Stabe erfolgt die Einspannung der Stabenden in gußeisernen Schuhen (Fig. 5), welche durch Martens für die Charlottenburger Versuche die Anordnung nach Fig. 6 erhielten, zwischen zwei durch Schrauben angepreßte Druckplatten, während die Vorderflächen der Köpfe durch Keile zur möglichst gleichmäßigen Vertheilung des Zuges fest gegen die Innenflächen der Schuhe angepreßt werden.

Wie Bauschinger mittheilt, mußten die Druckschrauben bei seinen Versuchen gegen Ende des Versuches wiederholt nachgezogen werden, um Gleiten zu vermeiden. Bei Belastungen über 3200 kg reichte der so erzeugte Druck aber trotzdem nicht mehr hin, das Abscheeren der

[1]) Bauschinger: Mitth. a. d. mech. techn. Laboratorium der Technischen Hochschule zu München, Heft IX.
[2]) Rudeloff: Mittheil. a. d. Kgl. techn. Versuchsanstalten zu Berlin, 1889, Ergänzungsheft III, S. 14.
[3]) Tetmajer: Mitth. der Materialprüfungsanstalt am schweiz. Polytechnikum in Zürich. Heft II 1896, S. 19.
[4]) Wijkander: „Untersuchung der Festigkeitseigenschaften schwedischer Holzarten." Göteborg 1897, S. 7.
[5]) Timber physics, Part I, S. 34. Washington 1892.

Verstärkungen an den Köpfen zu verhindern, man mußte dann vielmehr, um den Stab zum Bruch zu bringen, seinen Querschnitt durch Verminderung der Dicke schwächen.

Wijkander und Johnson verwendeten mit angeblich gutem Erfolge Beißkeile zur Einspannung.

Sämmtliche bisher genannten Stäbe haben die Form von Flachstäben mit den aus den Figuren ersichtlichen Abmessungen. Die Jahresringe lagen parallel zu den Breitseiten.

Abweichend von dieser allgemeinen Form verwendete Warren[1]) Rundstäbe mit flachen Köpfen nach Fig. 7.

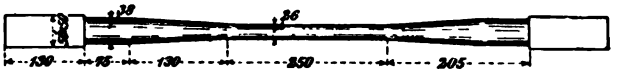


Fig. 7.

Eine besondere Bedingung zur Erlangung zuverlässiger Werthe vornehmlich für die Zugfestigkeit ist, daß Faser- und Zugrichtung zusammenfallen und die Flächen der Jahresringe innerhalb der Versuchslänge nicht ausschiefern, weil sonst der Bruch durch Abplatzen der ausschiefernden Theile, also durch Ueberwindung der Schubfestigkeit zwischen den Jahresringen und nicht durch Zerreißen erfolgt. Diese Bedingung wird m. E. am ehesten, wenn auch hier nicht immer, bei Flachstäben zu erreichen sein.

Wie Warren mir mittheilt, ist er erst nach zahlreichen Versuchen mit Flachstäben zur Benutzung des Rundstabes übergegangen. Er giebt dem Rundstabe den Vorzug, weil er leichter einzuspannen sei und besser axiale Belastung zulasse. Die Einspannung erfolgte wie bei Metallstäben, indem die Schultern der Stabköpfe als Widerlager dienten. Abspalten der Enden fand nicht statt, was Warren der großen Scheerfestigkeit des australischen Holzes zuschreibt.

Sofern Dehnungsmessungen angestellt werden sollen, müssen die Stäbe innerhalb gewisser Länge gleichen Querschnitt haben; der Stab von Johnson (Fig. 4) ist demnach für derartige Messungen nicht verwendbar. Ob er sich im Uebrigen bewährt hat, habe ich aus den Schriften Johnsons nicht entnehmen können.

Tetmajer hebt als Mangel seiner Stabform hervor, „daß namentlich bei lockerwüchsigem Holz, also bei Holz mit relativ weiten Jahresringen und geringem Herbstholz, die Querschnittsabmessungen zu klein gewählt wurden, um zuverlässige Resultate zu erzielen."

Die Versuche von Bauschinger, Tetmajer, Wijkander und der Charlottenburger Versuchsanstalt erstreckten sich auf die Ermittelung des elastischen Verhaltens und der Zugfestigkeit der Proben.

Eine ausgeprägte Elasticitätsgrenze konnte nicht wahrgenommen werden. Da sie meistens nahe am Bruch liegt und ihre Bestimmung daher ohne Werth ist, so empfiehlt Bauschinger die Dehnungsmessungen bei einer willkürlich festzusetzenden Last (etwa $^1/_3$ der Bruchlast) abzubrechen und den Elasticitätsmodul für diese Grenze zu bestimmen. Die feinen Dehnungsmessungen werden ohnehin bei höheren Belastungen dadurch häufig unmöglich, daß dem vollständigen Bruch örtliche Absplitterungen voraufgehen, die von heftigen Stößen begleitet sind und hierdurch Verstellung der Meßapparate zur Folge haben.

2. Der Druckversuch.

Die Druckversuche werden in der Regel in der Weise ausgeführt, daß die Druckrichtung mit der Längsrichtung des Stammes oder der Faserrichtung zusammenfällt. Sie umfassen dann bei größerer Probenlänge auch den Knickversuch.

[1]) Warren: „Australian timbers", Sydney 1892, S. 14.

Die Versuche von Wijkander und Johnson[1]) erstreckten sich außerdem auf Druckproben mit Belastung senkrecht zur Faserrichtung. Solche Versuche haben praktische Bedeutung nur für die Beurtheilung der Widerstandsfähigkeit von Holz bei der Verwendung zu Unterlagen, als Eisenbahnschwellen und im Holzverband. Wijkander fand, daß die Querfestigkeit der Kiefer gleichmäßig nur etwa 10% der Längsfestigkeit betrug, während sie bei den übrigen Holzarten theilweise höhere Werthe zeigte. Hierbei war es gleichgültig, ob die Belastung senkrecht oder tangential zu den Jahresringen gerichtet war. Aus den Versuchen von Johnson ist beachtenswerth, daß die Längsfestigkeit an vorher bereits quer um 50% zusammengedrückten Proben theilweise sogar höher gefunden wurde, als an Proben, die in der Querrichtung nicht belastet waren.

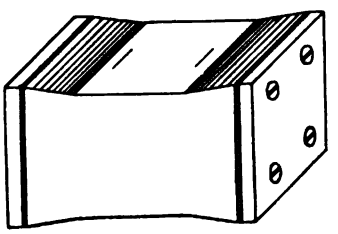


Fig. 8.

Die gebräuchlichste Form der Druckproben ist das Prisma, dessen ebene Endflächen (Hirnflächen) unmittelbar gegen die Druckplatten gestellt werden. Bauschinger[2]) hat daneben Versuche mit Proben angestellt, welche nach Fig. 8 bearbeitet und unter Anwendung von Pappzwischenlagen mit aufgeschraubten eisernen Platten versehen waren. Bei den Parallelversuchen betrug die Festigkeit der Prismen im Mittel 107% von derjenigen der Proben nach Fig. 8, bei Schwankungen zwischen 94 und 121%. Der Unterschied fiel demnach, wenn er auch nicht erheblich ist, zu Gunsten höherer Bruchfestigkeit der einfachen Prismen aus.

Zur Bestimmung der elastischen Formänderungen mit Hülfe von Spiegelapparaten ist es zur Erzielung gleichmäßiger Lastvertheilung über den Querschnitt der Prismen erforderlich, daß die Druckflächen auf das Sorgfältigste bearbeitet werden.

Die endliche Druckfestigkeit ist dagegen, wie schon die vorerwähnten Parallelversuche von Bauschinger zeigen, von der Genauigkeit der Druckflächen weniger beeinflußt. Fernow[3]) sagt sogar ausdrücklich, daß geringe Ungenauigkeiten in der Bearbeitung ohne merklichen Einfluß seien; Ebenung (planing) der Endflächen sei daher unnöthig und ein gewöhnlicher guter Sägenschnitt hinreichend.

Ueber den Einfluß der Länge des Probestückes auf die Druckfestigkeit liegt eine Reihe von Versuchen vor, deren Ergebnisse zum Theil in Fig. 9 durch Schaulinien dargestellt sind. Aus dem Verlauf der letzteren ergiebt sich, daß die Druckfestigkeit sowohl bei Nadelholz als auch bei Laubholz mit abnehmender Probenlänge zunimmt. Besonders stark tritt dieser Einfluß der Länge hervor, sobald das Verhältniß der Länge zur Querschnittsseite kleiner als zwei wird. Mit zunehmendem Längenverhältniß verschwindet er mehr.

Die Zerstörung des Holzes beim Druckversuch erfolgt in der Regel durch Ineinanderschieben der Fasern. Ich führte dies darauf zurück[4]), daß die von Hirn beanspruchten Holzprismen als eine Schichtung von harten (Herbstholz) und weichen (Frühjahrsholz) Platten angesehen werden können und daß die ersteren, welche vornehmlich den tragenden Theil bilden, während die letzteren gleichsam als Füllmaterial dienen, unter der Belastung einknicken.

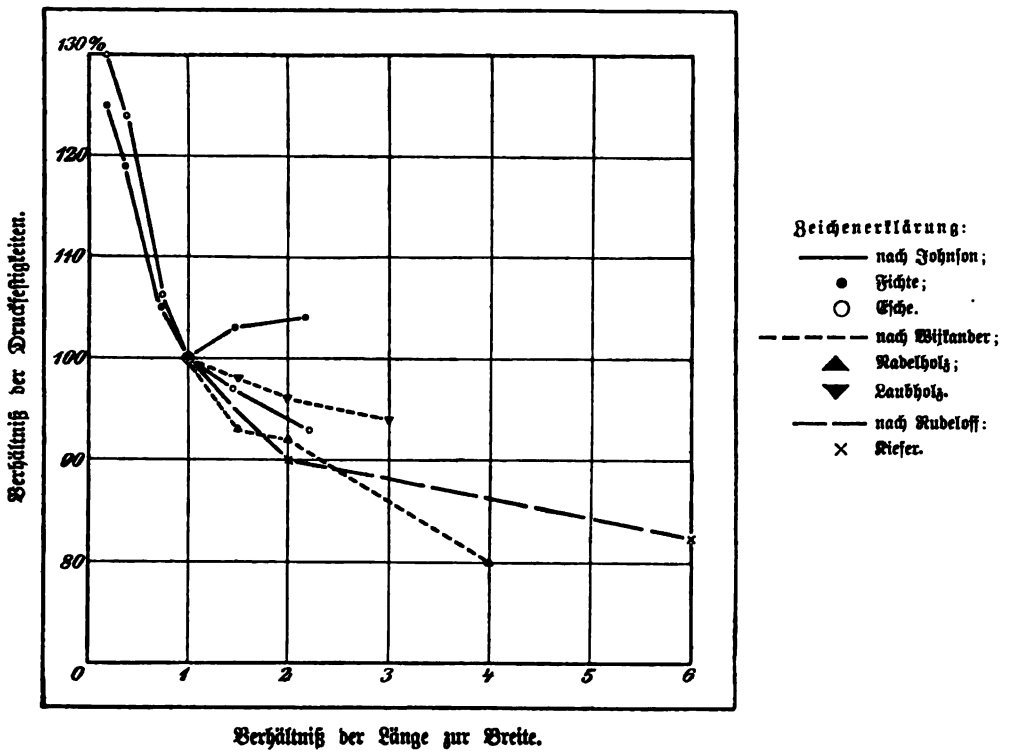
Enthalten die Prismen Astknoten, so beginnt das Ineinanderschieben an diesen und das Tragvermögen ist vermindert. Nach Tetmajer wird der Einfluß indessen bei Knickversuchen

[1]) Progress in timber physics, 1898, Cirkular 18, S. 6.
[2]) „Mittheilungen", Heft IX, S. 7 u. 22.
[3]) Cirkular 18, S. 4.
[4]) Mittheilungen 1889, Ergänzungsheft III. S. 30.

verschwindend klein, sobald das Längenverhältniß größer als 1 : 150 ist und die Astknoten vertheilt, gut verwachsen und nicht außergewöhnlich zahlreich sind.

Nach Wijkander hatten Astknoten bei Druckversuchen mit Prismen, deren Länge gleich der $1\frac{1}{2}$fachen Querschnittsseite war, keinen nachtheiligen Einfluß auf die Druckfestigkeit.

Fig. 9. Einfluß der Länge auf die Druckfestigkeit von Prismen mit quadratischem Querschnitt.



3. Der Biegeversuch.

Zur Bestimmung der Biegungsfestigkeit des Holzes sind einheitlich Balken mit rechteckigem Querschnitt verwendet und diese bei Auflagerung an beiden Enden durch eine in Balkenmitte angreifende Einzellast beansprucht.

Als Auflager dienen zweckmäßig Rollen.

Um zu vermeiden, daß die Balken an den Stützpunkten und besonders an der Angriffsstelle der Einzellast örtlich zu sehr verdrückt werden, verwendet man Zwischenlagen, durch welche die Last auf größere Flächen übertragen wird. Für die Stützpunkte dienen hierzu eiserne Platten von hinreichender Dicke; ihre Abmessungen sind auf das Ergebniß ohne wesentlichen Einfluß. Die Abmessungen der Zwischenlage an der Angriffsstelle der Last müssen dagegen den Abmessungen des Probebalkens entsprechend gewählt werden, um nicht die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu beeinträchtigen. Bauschinger legte bei Balken von etwa 19 cm Querschnittsseite Brettstücke von 2 cm Dicke und 20 cm Länge unter die 8,5 cm breite Druckschneide. Hierbei ordnete er das Brettstück, damit es möglichst geringen Widerstand gegen Biegung äußerte, so an, daß seine Fasern senkrecht zu denen der Probe liefen.

Tetmajer verwendete bei einer nach 3 cm Radius abgerundeten Druckſchneide nußbaumene Platten von 8 cm Breite und 1 cm Dicke, Wijkander Hölzer von den aus Fig. 12 erſichtlichen Abmeſſungen mit darüber liegender Eiſenplatte und Johnſon ebenfalls abgerundete Holzzwiſchenlagen. Die in der Charlottenburger Verſuchsanſtalt benutzte Anordnung iſt aus Fig. 10 erſichtlich.

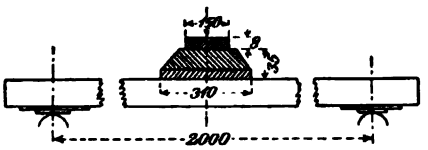


Fig. 10.

Nach der Probenentnahme iſt bei der Unterſuchung ganzer Stämme zu unterſcheiden zwiſchen

a) prismatiſchen Balken, welche bei möglichſt großem Querſchnitt ſo aus dem Stamm herausgeſchnitten ſind, daß ihre Kanten im Stammumfang liegen und den Kern des Stammes in der Achſe enthalten,
b) Balken, welche durch Aufſchneiden der unter a genannten in vier gleiche Theile erhalten ſind und
c) kleineren Prismen, die nach beſtimmten Geſichtspunkten zum Stammquerſchnitt angeordnet ſind.

Die Verwendung der großen Balken unter a iſt beſonders dann angebracht, wenn es ſich darum handelt, feſtzuſtellen, welcher Standort bei gleichem Alter der Stämme Balken für größere Spannweiten liefert, indem die zu überſpannenden Lichtweiten ſich verhalten wie die Tragfähigkeiten der Probebalken gleicher Länge.

Verſuche mit kleineren Prismen gewähren dagegen den Vortheil, bei geringerem Materialaufwand die Ungleichheiten in der Feſtigkeit des Holzes an verſchiedenen Stellen des Stammes und für das reife und junge Holz getrennt feſtſtellen zu können. Hierzu kommt, daß nach Verſuchen von Johnſon mit kleineren Prismen, welche durch Aufſchneiden der beiden Enden großer Biegebalken in je 6 Theile erhalten waren, *das Mittel aus einer größeren Anzahl von Verſuchen an kleineren Prismen mit hinreichender Genauigkeit die Feſtigkeit des größeren Balkens liefert.*

Die Entnahme der kleineren Prismen erfolgt in der Regel ſo, daß zwei Seiten tangential zu den Jahresringen liegen. Dann ſind bei der Prüfung nach der Richtung der Belaſtung zu den Jahresringen drei Fälle zu unterſcheiden und zwar nach Fig. 11

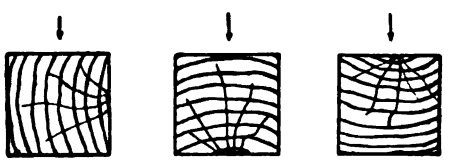


Fig. 11.

a) die Belaſtung wirkt tangential zu den aufrechtſtehenden Jahresringen, oder die Jahresringe liegen flach aber ſo, daß entweder
b) die nach der Stammmitte oder
c) die nach dem Stammumfang zu gelegenen Jahresringe beim Biegen auf Zug beanſprucht werden.

Wie Nördlinger angiebt, *liefern die nach a beanſpruchten Proben geringere Durchbiegung und höhere Tragfähigkeit als die Proben mit flachliegenden Jahresringen.* Ferner ſtellte Tetmajer feſt, daß *bei flachliegenden Jahresringen durch die Inanſpruchnahme nach c größere Bruchlaſten erzielt werden als bei Prüfung nach b.* Es ſei daher „bei relativ beanſpruchten Balken darauf zu achten, daß die Faſern der geſpannten Balkenſeite nicht der Stammmitte angehören".

Wijkanders Verſuche beſtätigen die Beobachtung von Tetmajer und zwar treten nach ihnen die Unterſchiede in der Biegungsarbeit noch mehr hervor als in der Bruchfeſtigkeit. Nur bei der Eiche, deren Kernholz höhere Zugfeſtigkeit gezeigt hatte als das nach außen

gelegene Holz, konnten bei den beiden Belastungsweisen keine Unterschiede in der Biegungsfestigkeit wahrgenommen werden. Bei aufrechtstehenden Jahresringen (Belastungsweise a) fand Wijkander nur um 4% höhere Werthe als bei flachliegenden Jahresringen (Belastungsweise c), also Unterschiede, die auf Zufälligkeiten beruhen können.

Die beim Biegeversuch zu beobachtenden Eigenschaften sind: Die Spannungen und Durchbiegungen an der Elasticitäts- und Bruchgrenze sowie die Biegungsarbeit bis zum Bruch.

Die Bestimmung der Durchbiegung ist für genaue Beobachtungen so anzuordnen, daß die Verdrückungen am Auflager und an der Angriffsstelle der Belastung nicht in die Messung hineingehen. Die letztere erfolgt daher am zuverlässigsten durch Bestimmung der Bewegungen von 3 Punkten der elastischen Linie, von denen zwei über den Stützen und der dritte in der Mitte unter dem Lastangriff liegt. Das arithmetische Mittel aus den beiden ersteren abgezogen von der Bewegung in der Mitte giebt die wirkliche Durchbiegung der elastischen Linie.

Als sehr geeignet für solche Beobachtungen haben sich die von Bauschinger für die Werdermaschine eingerichteten Apparate mit Rollenfühlhebeln[1]) erwiesen, bei denen die Bewegungen der drei Meßpunkte am Balken in Verdrehungen von Rollen umgesetzt und mittelst Zeiger, die auf den Rollenachsen sitzen, an Kreisbogen abgelesen werden. Ein Nachtheil dieser Apparate ist die Umständlichkeit ihrer Bedienung.

Ein zweites Meßverfahren besteht darin, daß man unmittelbar die Bewegung des mittleren der drei vorgenannten Punkte gegen die Verbindegerade zwischen den beiden, die Stützweite begrenzenden Punkten bestimmt.

Johnson spannte hierzu zwischen zwei in der neutralen Faser über den Stützpunkten eingeschlagenen Nägeln einen feinen, durch ein eingeschaltetes Gummiband straff gehaltenen Faden aus und beobachtete seine Bewegung gegen einen Maßstab, der in der Probenmitte angebracht war. Um parallaktische Ablesungsfehler zu vermeiden, lag der Maßstab auf einem Spiegel. Der Maßstab war in $^1/_{10}$ Zoll getheilt, so daß die Hunderttheile eines Zolls geschätzt werden konnten.

Wijkander verwendete einen Apparat, dessen Einrichtung aus Fig. 12 ohne Weiteres verständlich ist. Da der Apparat einseitig, d. h. über dem linken Stützpunkt festgelegt ist, so wird der Faden, welcher von Probenmitte zu der Fühlhebelrolle führt, je nach der mit der Durchbiegung der Probe fortschreitenden Annäherung der beiden Stützpunkte nach rechts abgelenkt, und die Durchbiegung entsprechend zu groß angezeigt. Dieser Fehler dürfte indessen erst bei großen Durchbiegungen in Frage kommen.

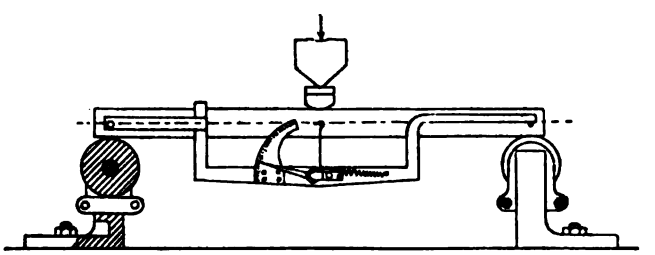


Fig. 12.

Für weniger genaue Messungen und bei sehr großen Durchbiegungen, denen gegenüber die Verdrückungen am Auflager vernachlässigt werden können, reicht es hin, nur die Bewegungen in der Mitte festzustellen. Es geschieht dies am besten, indem man der Druckschneide gegenüber einen Stab gegen die Probe stützt und seine Verschiebung gegen einen mit den Widerlagern (Stützpunkten) oder dem Maschinengestell verbundenen Maßstab beobachtet.

[1]) Instrumente zum Messen der Gestaltsveränderungen der Probekörper. Bauschinger. München 1882.

Zuweilen ſind auch die Bewegungen der Druckſchneide, welche die Einzellaſt ausübt, als Durchbiegung beobachtet. Dieſes Verfahren empfiehlt ſich indeſſen weniger, weil bei ihm auch die Verdrückungen in der Mitte noch in die Meſſung hineingehen. Die Feinheit derartiger Meſſungen ſollte $^1/_{10}$ mm nicht überſteigen; jedenfalls ſind aber bei ihnen mikrometriſche Beobachtungen, wie man ſie angewendet findet, nicht angebracht.

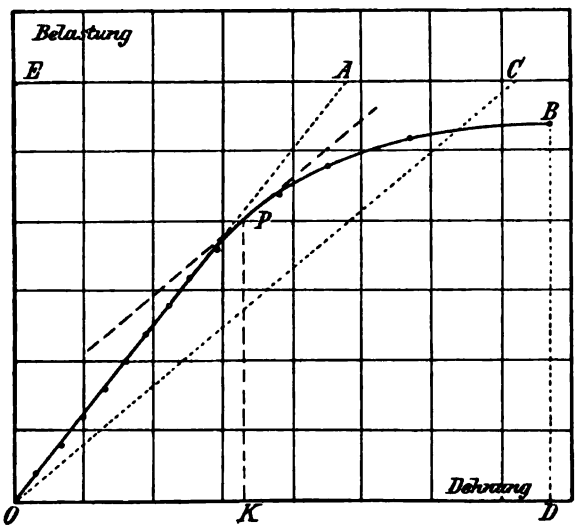


Fig. 13.

Die Biegungsarbeit, ausgedrückt in kgcm, ergiebt ſich als Ausmaß der Fläche OBDO (Fig. 13), welche durch die Schaulinie OB, erhalten durch Auftragung der Belaſtungen (kg) als Ordinaten und der zugehörigen Durchbiegungen (cm) als Abſciſſen, gegen die Abſciſſenachſe abgegrenzt wird. Sie liefert einen Maßſtab für Feſtigkeit und zugleich für die Zähigkeit des unterſuchten Balkens. Da ihre Größe aber nicht allein von der Qualität des Materials ſondern auch von den Querſchnittsabmeſſungen des Balkens und der angewendeten Stützweite abhängt, ſo iſt es zur Erlangung von Vergleichswerthen erforderlich, die Arbeitsgröße ſtets auf einheitliche Probenabmeſſungen zu beziehen. Es geſchieht dies am einfachſten nach der Bauſchinger'ſchen Annäherungsformel $A_o = A \frac{b_o h_o l_o}{b \cdot h \cdot l}$, in der A die Arbeitsgröße bedeutet, welche an der Probe mit den Querſchnittsabmeſſungen b und h und der Stützweite l ermittelt wurde, während b_o, h_o und l_o die entſprechenden Abmeſſungen der Einheitsprobe ſind.

Der Verlauf des Biegeverſuches iſt nun folgender.

Bei geringeren Belaſtungen beſteht mehr oder weniger deutliche Proportionalität zwiſchen Belaſtung und Durchbiegung. Die Belaſtungsgrenze, bis zu welcher dies der Fall iſt, die Elaſticitätsgrenze, iſt indeſſen meiſt nicht ſcharf ausgeprägt und ihre Beſtimmung daher unſicher.

Bald nachdem die Elaſticitätsgrenze überſchritten iſt, beginnen die Faſern auf der Druckſeite des Balkens in der Nähe des Kraftangriffs ſich zuſammenzuſchieben, indem die Druckfeſtigkeit des Materials überwunden wird. Der Balken bleibt aber trotzdem noch tragfähig, bis ſchließlich unter höherer Belaſtung der Bruch durch Zerreißen der Faſern auf der Zugſeite erfolgt.

Die Bruchlaſt und die aus ihr berechnete Biegungsſpannung ſind alſo von dem an der meiſtbeanſpruchten Stelle des Balkens gerade vorhandenen Verhältniß zwiſchen Druck- und Zugfeſtigkeit abhängig und können daher, abgeſehen davon, daß die Biegungsformeln ſtrenge nur für Belaſtungen innerhalb der Proportionalitätsgrenze gelten, nicht als Maßſtab für die mittlere Qualität des Holzes in dem ganzen Stück oder gar des ganzen Stammes verwendet werden.

Nach Bauſchinger iſt dies noch weniger der Fall bei der Biegungsarbeit, weil ihre Größe auch noch von der Dehnbarkeit der zufällig an der Biegeſtelle gelegenen Faſern abhängt.

Tetmajer schließt dagegen aus seinen Versuchen, „daß in der Arbeitskapacität der Biegungsfestigkeit ein vortreffliches Mittel zur Feststellung der Leistungsfähigkeit gefunden ist", und „daß zur Beurtheilung des Werthverhältnisses der Bauhölzer unter sich sowie zur Vergleichung des Holzes aus verschiedenen Theilen des Stammes das Maß des Arbeitsvermögens der Biegungsfestigkeit maßgebend sei."

Johnson hält nicht die gesammte bis zum Bruch geleistete Biegungsarbeit für maßgebend zur Beurtheilung des Holzes, sondern nur den Theil OPK (Fig. 13) derselben, den er wie folgt ermittelt.

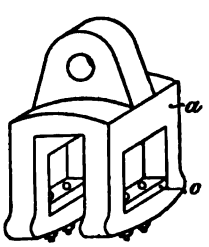
Ist A der Schnittpunkt der in O an die Schaulinie gelegten Tangente mit einer beliebig gewählten Abscisse, so wird die Strecke AC gleich $^1/_2$ EA abgetragen, C mit O verbunden, parallel zu OC eine Tangente an die Schaulinie gelegt und auf diese Weise der Tangentenpunkt P ermittelt. Er soll derjenige Punkt sein, in dem die Durchbiegung stark zuzunehmen beginnt. Die Fläche OPK ist also die etwa bis zur Biege- oder Streckgrenze geleistete Arbeit.

Johnson nennt sie »Relative Elastic Resilience« und den auf die Raumeinheit der Probe zwischen den Stützen entfallenden Antheil die »true Relative Resilience in Cross-breaking«.

4. Der Scheerversuch.

Die bei Holzuntersuchungen angewendeten Scheerapparate sind nach der Anzahl der gleichzeitig auf Abscheeren beanspruchten Querschnitte zu unterscheiden in einschnittige und zweischnittige Apparate.

Einschnittige Apparate, wie solche mit den Werder-Maschinen verbunden und in Fig. 14 schematisch dargestellt sind, wurden von Bauschinger, Tetmajer, der Charlottenburger Versuchsanstalt und Warren verwendet.



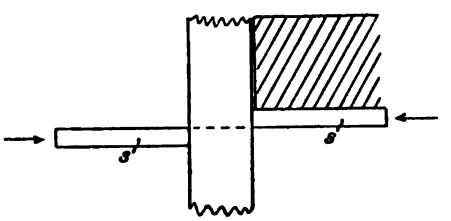


Fig. 14.

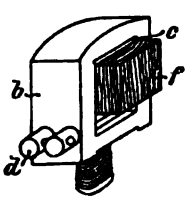


Fig. 15.

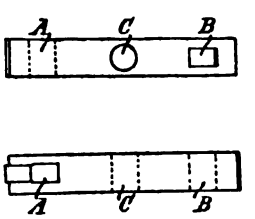


Fig. 16.

Wijkander benutzte einen zweischnittigen Apparat nach Fig. 15. Johnson gab seinen Proben die in Fig. 16 dargestellte Form. In den Prismen von 8 Zoll (200 mm) Länge und 2 × 2 Zoll (50 × 50 mm) Querschnitt waren über Kreuz die Löcher A und B mit rechteckigem Querschnitt angebracht; in diesen steckten Stahlprismen, welche mit Hülfe von Bügeln in entgegengesetzter Richtung durch Zugkräfte belastet wurden, sodaß das auswärts der Löcher A und B gelegene Holz in der Breite des Prisma doppelschnittig auf Ausscheeren

beansprucht war. War der Bruch an dem einen Ende erfolgt, so diente das mittlere Loch C zur erneuten Einspannung behufs Ausscheerens des zweiten Endes.

Bei allen diesen Versuchsanordnungen werden die dem scheerenden Werkzeuge zunächst liegenden Holztheile zerdrückt und das Werkzeug dringt in die Probe ein. Hierdurch wird der auf Abscheeren beanspruchte Querschnitt vermindert und die genaue Berechnung der Scheerspannung $\left(\frac{\text{Belastung P}}{\text{Querschnitt F}} \text{ oder } \frac{P}{2F}\right)$ vereitelt. Nun läßt sich zwar die Eindrücktiefe dadurch vermindern, daß die Scheerbacken bei den ein- und zweischnittigen Apparaten möglichst breit gewählt werden. Hierdurch treten aber wieder Biegungsspannungen, deren Momente proportional der Breite der Scheerbacken wachsen, zu den Scheerspannungen hinzu. Ihr Einfluß auf die Scheerfestigkeit kann nicht in Rechnung gezogen werden und daher ist es zweckmäßig, möglichst schmale Scheerbacken zu verwenden und die Abmessungen der Scheerflächen so zu wählen, daß die zum Abscheeren erforderliche Kraft innerhalb der Längeneinheit der Scheerkante eine zur Druckfestigkeit des Materials verhältnißmäßig geringe Druckbelastung erzeugt. Die Breite der Scheerfläche ist also in der Scheerrichtung möglichst klein zu wählen[1]).

Die Scheerrichtung wird in der Regel so gewählt, daß sie parallel zur Stammachse liegt und mit der Faserrichtung zusammenfällt; der Kraftangriff erfolgt also von den Hirnflächen aus.

Nach der Lage der Scheerfläche im Stammquerschnitt oder zu den Jahresringen ist zu unterscheiden zwischen Scheerfestigkeit:

a) in der Wölbfläche, Scheerfläche tangential zu den Jahresringen und

b) im Spiegel, Scheerfläche radial zum Stamm oder senkrecht zu den Jahresringen.

Die Ergebnisse hinsichtlich der Festigkeitsunterschiede zwischen den Versuchen nach a und b gehen auseinander. So ergaben die in der Charlottenburger Versuchsanstalt ausgeführten Versuche bei Kiefernholz im Spiegel um 10—15 % größere Schubfestigkeit als in der Wölbfläche, während Proben aus afrikanischer Eucalyptus im Spiegel nur etwa halb so fest waren als in der Wölbfläche. Wijkander fand bei Nadelholz keinen Unterschied in der Festigkeit beider Flächen und bei Laubholz die Wölbfläche um 16 % fester als den Spiegel.

5. Der Spaltversuch.

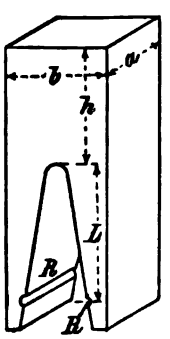


Fig. 17.

Die Spaltfestigkeit wird zweckmäßig nach dem Verfahren von Nördlinger an klammerartigen Proben von der in Fig. 17 dargestellten Form ermittelt, indem die Kraft bestimmt wird, welche in den Nuthen R angreifend zum Auseinanderreißen der beiden Schenkel erforderlich ist.

Die Proben lassen sich leicht so herrichten, daß die angestrebte Spaltfläche normal oder tangential zu den Jahresringen steht, um die Unterschiede zwischen den Spaltfestigkeiten im Spiegel und in der Wölbfläche zu ermitteln.

Wie Nördlinger hervorhebt ist die Federkraft, mit der die auseinander gespannten Schenkel sich wieder zu vereinigen, d. h. gerade zu richten streben, von bedeutendem Einfluß auf die Spaltbarkeit. Bei der Bearbeitung der Proben ist daher zur Erzielung vergleichbarer Ergebnisse

[1]) Rudeloff: „Versuche mit afrikanischen Hölzern", Mitth. a. d. Kgl. techn. Versuchsanstalten zu Berlin, 1895, S. 136. — A. Martens: „Materialienkunde" 1898, S. 147.

besonderer Werth darauf zu legen, daß nicht allein die Länge h und die Breite b der Spaltfläche, sondern auch die Querschnitts-Abmessungen und die Länge L der Schenkel bis zum Angriff der Last bei allen Proben gleich groß sind.

Die Innehaltung dieser letztgenannten Bedingung erschwert die Probenbearbeitung erheblich; dazu kommt, daß die Probenform wegen der langen Schenkel verhältnißmäßig großen Materialaufwand erfordert. Um beide Uebelstände zu beseitigen, habe ich, allerdings unter vollständigem Ausschluß der Federkraft, bei den in der Versuchsanstalt angestellten Spaltversuchen die Proben neuerdings nach Fig. 18 herstellen lassen. Zur Lastübertragung dienten hierbei die eisernen Schenkel S, die mittelst eiserner Bügel B und Keilverbindung K fest an die Probe angeschlossen und durch die Nasen N gegen Verschiebung nach außen gesichert waren.

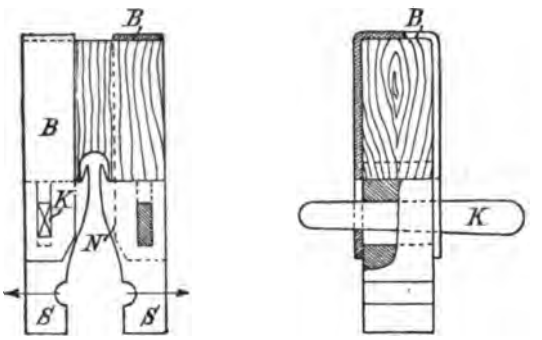


Fig. 18.

II. Die Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes.

Zur Bestimmung des absoluten Feuchtigkeitsgehaltes pflegt man Schnittbröckelchen oder Bohr- und Sägespähne zu verwenden, die an möglichst verschiedenen Stellen des zu untersuchenden Stückes entnommen werden, damit ihr Feuchtigkeitsgehalt annähernd als der mittlere des ganzen Stückes angesehen werden kann.

Eine bekannte Fehlerquelle dieses Verfahrens ist der Gewichtsverlust durch Verdunsten und Auspressen von Feuchtigkeit während der Materialzerkleinerung. Tetmajer schätzte diesen Fehler bei seinen Versuchen auf 1—2 %. In der Charlottenburger Versuchsanstalt sind durch Schild einschlägige Versuche an grünem Kiefernholz von Streichholzstärke angestellt[1]). Sie ergaben als Gewichtsverlust durch Verdunsten an der Luft nach 13, 26 und 38 Minuten für Kernholz 0,56, 0,75 und 1,07 % und bei Splintholz 1,44, 2,85 und 4,11 % des Trockengewichtes, während der Verlust durch Herausquetschen beim Zerkleinern zu 2,28 bezw. 2,76 % ermittelt wurde.

Zum Trocknen werden die Proben nach den Verfahren von Chevandier und Wertheim[2]), Bauschinger[3]) und Tetmajer[4]) in Glasröhren einem Strom heißer, trockener Luft ausgesetzt, bis keine Gewichtsabnahme mehr stattfindet. Die Wärme beim Trocknen betrug bei den Versuchen von Bauschinger 8—14 Stunden lang 101 C°, nach Tetmajer etwa 10 Stunden 118—125 C°, während Wertheim wiederholt auf 140 C° erhitzte. Aus dem Gewichtsunterschied vor und nach dem Trocknen wird dann der Feuchtigkeitsgehalt berechnet und in der Regel in Procenten des Trockengewichtes ausgedrückt.

Schild stellte fest, daß beim Erhitzen des Holzes im trockenen Luftstrom von 100 C° schließlich eine Gewichtszunahme stattfindet. Er erklärt sie damit, daß in den Bestandtheilen

[1]) Mittheilungen a. d. Kgl. techn. Versuchsanstalten zu Berlin 1886, S. 103.
[2]) „Die mechanischen Eigenschaften des Holzes" übersetzt von Prof. Dr. Wilhelm Franz Exner, 1871, S. 18.
[3]) „Mittheilungen", Heft IX, S. 10.
[4]) „Mittheilungen", Heft II, 1896, S. 16.

der Proben „Oxydation, Bildung von Ameisen- und Essigsäure und Aufnahme von Ozon durch Terpentin" vor sich geht, und hält es nicht für ausgeschlossen, daß diese Oxydation gleich von Beginn des Trocknens an stattfindet; ferner fand er, daß bei 100 C° nicht alles Wasser aus den Proben entwich.

Um die letzgenannten Fehler zu vermeiden, schlägt Schild vor, die Trocknung bei 111 C° im Wasserstoffgas-Strom vorzunehmen, der zuvor durch ein aus Kalilauge und Bleioxyd bestehendes Waschwasser geleitet und über Chlorcalcium getrocknet ist. Hinter der Probe soll der Gasstrom durch ein Rohr mit ungelöschtem Kalk geleitet werden. Hierbei verbindet nur der Wassergehalt des Gasstromes sich mit dem Kalk, während alle seine anderen Bestandtheile entweder entweichen oder mechanisch auf dem Kalk sich ablagern.

Der Versuch wird solange fortgesetzt, bis das Rohr mit dem Kalk keine Gewichtszunahme mehr zeigt. Dann wird es in einem Trockenkasten erwärmt und zur Entfernung der vorerwähnten mechanisch abgelagerten Bestandtheile stetig trockenes reines Wasserstoffgas hindurchgeleitet, bis keine Gewichtsabnahme mehr stattfindet. Das Mehrgewicht, welches das Rohr mit dem Kalk nun noch seinem ursprünglichen Gewicht gegenüber zeigt, ist der absolute Wassergehalt der untersuchten Holzprobe.

Die von Schild benutzten Apparate sind in der oben angezogenen Quelle abgebildet. Ihre nähere Beschreibung an dieser Stelle würde zu weit führen.

Wijkander benutzte zu seinen Untersuchungen im Hinblick auf den außerordentlichen Arbeitsaufwand, welchen die genauen Untersuchungen nach vorgenanntem Verfahren erfordern, folgendes Annäherungsverfahren.

Stücke von etwa 10 × 10 × 15 cm Kantenlänge wurden nach Feststellung ihres Gewichtes unter sorgfältiger Vermeidung von Holzverlust in Stäbchen von etwa 5 × 5 mm Querschnitt so gespalten, daß sie möglichst noch unter einander im Zusammenhang blieben. Dann wurde das Ganze mit einem Bindfaden umbunden, 8—14 Tage im Trockenschrank bei 100 Grad getrocknet und der Gewichtsverlust im noch warmen Zustande festgestellt.

Das Verfahren soll, obgleich der Feuchtigkeitsgehalt zu gering ermittelt wird, den Vortheil bieten, „daß fast der ganze Beobachtungsfehler auf der in dem getrockneten Holze zurückgebliebenen Wassermenge beruht, welche als annähernd konstant angesehen werden kann", sofern alle Proben gleich behandelt werden.

Fernow stellte Parallelversuche an mit Bohrspähnen und mit größeren scheibenförmigen Proben, ferner Trocknungsversuche bei verschiedenen Wärmegraden von 60—105 C° und mit Proben aus verschiedenen Stellen desselben längeren Balkens, wobei die Trocknung in einem doppelwandigen Eisenkasten ausgeführt wurde, der mit Asbestpapier verkleidet war und unten einen Luftzulaß, oben zwei Abzugsöffnungen besaß. Die erzielten Ergebnisse führten zu folgenden Schlüssen:

a) der Unterschied in den Versuchsergebnissen bei Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes durch Trocknung im gewöhnlichen Ofen und nach genaueren Verfahren beträgt etwa 1,2%;
b) in lufttrockenen Stücken ist der Feuchtigkeitsgehalt im Allgemeinen über die Länge gleichmäßig vertheilt und nur an den äußersten Enden geringer;
c) über den Querschnitt des Balkens ist der Feuchtigkeitsgehalt ungleichmäßig vertheilt. Die Unterschiede erreichten folgende Werthe: an den Ecken 18%, in Mitte Seite 60—80% und im Kern über 100%;

d) am geeignetsten zur Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes sind Scheiben von etwa 12 mm (0,5 Zoll) Dicke, über den ganzen Querschnitt des Stückes entnommen;
e) am geeignetsten für gewöhnliche Trocknungsversuche sind 60 C°. Der Unterschied im Feuchtigkeitsgehalt ermittelt bei 60 und 100 C° beträgt etwa 2,2%.

III. Das Wasseraufnahmevermögen.

Die Bestimmung des Wasseraufnahmevermögens bildet, wie schon eingangs erörtert wurde, einen Theil der Untersuchung über den Einfluß des von der Wasserränkung herrührenden Feuchtigkeitsgehaltes auf die Festigkeitseigenschaften des Holzes. Der normale Zustand des Holzes für die Bestimmung der letzteren ist der der Lufttrockenheit. Man wird daher auch der Ermittelung der Wasseraufnahme das Lufttrockengewicht zu Grunde legen.

Die Proben für die Parallelversuche in beiden Zuständen sind wenn irgend thunlich unmittelbar über einander zu entnehmen, oder bei langen Proben in gleicher Entfernung vom Kern neben einander, damit die Versuchsergebnisse nicht durch Ungleichmäßigkeiten des Holzes beeinflußt sind.

Die Wasserränkung erfolgt, indem man die Proben, behufs Entfernung der Luft mit der einen Hirnfläche nach oben, nach und nach unter Wasser bringt und dann in demselben bis zu gleichbleibendem Gewicht beläßt.

IV. Die Veränderungen des Rauminhaltes durch Schwinden und Quellen

werden am zweckmäßigsten an prismatischen Proben festgestellt, und haben sich zu erstrecken auf die Ermittelung der Längenänderungen in den drei Richtungen: längs zum Stamm, sowie senkrecht und tangential zu den Jahresringen. Hieraus folgt, daß zweckmäßig zwei Seiten der Prismen tangential zu den Jahresringen anzuordnen sind. Die Messungen erfolgen entweder an besonderen Meßlängen, die auf den Flächen abgegrenzt werden, oder durch Feststellung der Gesammtabmessungen für Länge, Breite und Dicke.

Die Abgrenzung der Meßlängen geschieht in zuverlässiger Weise durch Eintreiben kleiner Metallstifte (Messing) und Anbringen von Kreuz- oder Körner-Marken in deren Endflächen. Die Entfernung dieser Marken von einander wird dann entweder mikroskopisch oder aber mit einfachen Anlegemaßstäben ermittelt[1]). Dieses Verfahren hat vor der Beobachtung der Gesammtabmessungen den Vortheil, daß bei ihm den wiederholten Messungen mit Sicherheit stets dieselben Meßlängen zu Grunde gelegt werden. Bei dem zweiten Verfahren ist dies schwieriger zu erreichen, die Proben müssen daher für dieses Verfahren sorgfältiger bearbeitet werden. Entstehen beim Schwinden Risse, so ist deren Breite von dem Messungsergebniß in Abzug zu bringen.

V. Die Widerstandsfähigkeit gegen Faulen.

Zur Prüfung der Widerstandsfähigkeit gegen Faulen im Kleinen giebt es erprobte Verfahren nicht. Am meisten in Gebrauch ist das Einrammen ganz gleicher Pfähle in den Boden und die Beurtheilung der relativen Dauer des Holzes nach dem früheren oder späteren Abfaulen der Pfähle. Das Verfahren erfordert eine lange Versuchsdauer. Um sie abzukürzen, hat Nördlinger empfohlen, Diebel von etwa Fingerlänge zu verwenden und diese in faulende Substanzen zu stecken, sodaß sie noch zum Theil herausragen. Geeignet sollen hierzu sein im

[1]) Mittheilungen a. d. Kgl. techn. Versuchsanstalten zu Berlin 1889, Ergänzungsheft III, S. 7.

Sommer gefällte, mit der Rinde im dumpfen Raum aufbewahrte Haselholztrummen, in welche Löcher zur Aufnahme der Diebel eingebohrt sind, oder Dünger, Asche und dergleichen enthaltende Thongefäße mit durchbohrten Wandungen. Ergebnisse nach diesem Verfahren liegen nicht vor. Vollständiges Eingraben der Proben in Düngerhaufen erfüllt den Zweck nicht.

VI. Die Bestimmung der Gewichtsverhältnisse.

Die Bestimmung der Gewichtsverhältnisse umfaßt die Ermittelung des Raumgewichtes des Holzes und des specifischen Gewichtes der lückenlosen Holzmasse.

a) Das Raumgewicht r, d. h. das Gewicht der Raumeinheit der Holzprobe. Seine Bestimmung erfordert die Ermittelung des Eigengewichtes und des Rauminhaltes der Probe. Beide schwanken mit dem Feuchtigkeitsgehalt des Holzes. Man hat daher zu unterscheiden zwischen dem Raumgewicht im absolut trockenen, lufttrockenen und grünen Zustande des Holzes.

Der absolut trockene Zustand gilt als erreicht, wenn die Probe bei Trocknung bei 100—105 C° keine Gewichtsabnahme mehr erleidet und der lufttrockene, wenn das Gewicht des Holzes mit dem Feuchtigkeitsgehalt der Luft im Aufbewahrungsraum schwankt.

Der grüne Zustand, d. h. derjenige bei der Fällung, ist wegen Wasserverdunstung schwer bis zur Prüfung zu erhalten. Um dies möglichst zu erreichen, hat Nördlinger die frisch geschnittenen, die Feuchtigkeit besonders abführenden Stirnflächen im Sommer mit Lehm bestrichen und hierüber eine Holzscheibe genagelt, im Winter mit Wasser oder Schnee eingerieben und so eine schützende Eisschicht hergestellt. Schwappach verwendete beim Versand kürzerer Stammabschnitte und im Walde vorgerichteter Proben Umschläge aus geöltem Papier und Bestreichen der Schnittflächen mit Vaselin.

Die Bestimmung des Rauminhaltes erfolgt entweder durch Berechnung aus den Abmessungen oder hydrostatisch, indem man die von der Probe verdrängte Wassermenge durch Eintauchen unmittelbar bestimmt.

Das erstgenannte Verfahren erfordert sorgfältige Bearbeitung der Proben. Seine Anwendung empfiehlt sich daher nur bei solchen Stücken, die später noch dem Festigkeitsversuch, z. B. dem Druckversuch unterworfen werden sollen.

Zur Durchführung des hydrostatischen Verfahrens an bearbeiteten oder nur abgespaltenen Stücken dienen sog. Xylometer.

Der einfachste solcher Apparate besteht aus einem weiten Glasrohr zur Aufnahme der Probe mit einer über seinem Boden abzweigenden engeren Röhre mit Theilung. An der letzteren wird der Höhenunterschied im Wasserstande vor und nach dem Einbringen der Holzprobe und damit deren Rauminhalt abgelesen.

Filibert Roth arbeitete nach dem sog. Ueberlaufverfahren und benutzte hierbei den in Fig. 19 dargestellten Apparat. Der eiserne Kessel V wird mit Wasser angefüllt und dieses durch Einsetzen des hohlen Deckels A soweit verdrängt, bis sein Spiegel mit dem Rande M des seitlichen Ablaufstutzens in gleicher Höhe steht. Der Deckel A legt sich hierbei mit dem Querstabe B auf die Endflächen der am Kessel angebrachten Stützen S, welche den Kesselrand überragen. Nun wird die Holzprobe eingebracht, und der Deckel wieder aufgesetzt. Das bei M überlaufende Wasser wird aufgefangen; sein Gewicht entspricht dem Rauminhalt der Probe. Zu beachten ist, daß beim Anheben des Deckels kein Wasser neben den Kessel tropft und der Apparat sowie das Wasser stets gleiche Wärme haben. Nach Mittheilung von Fernow liefert der Apparat bei leichter Handhabung zuverlässige Werthe. Da die Probe sich an den Boden des Deckels anlegt, so erscheinen Luftansammlungen zwischen der Probe

und dem Deckel nicht ausgeschlossen. Es dürfte sich daher wohl empfehlen, den Boden nicht flach sondern gewölbt auszuführen.

In der Hauptstation des forstlichen Versuchswesens zu Eberswalde wird das Friedrichsche Präcisions-Xylometer[1]) benutzt.

Zu den Fehlerquellen des Eintauchverfahrens gehören die Wasseraufnahme und das hierdurch veranlaßte Quellen.

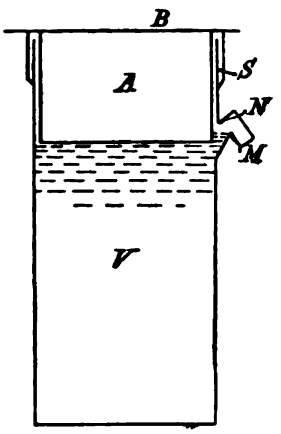


Fig. 19.

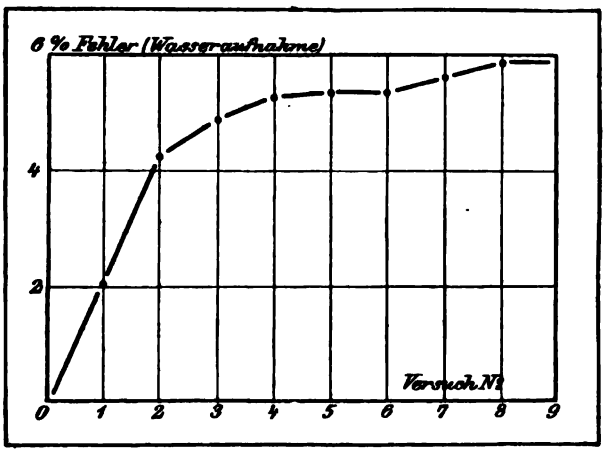


Fig. 20. Verlauf der Wasseraufnahme bei wiederholter Bestimmung des Raumgewichtes nach den Tauchverfahren von Roth.

Roth hat diese Fehler an seinem oben beschriebenen Verfahren untersucht. Für die Wasseraufnahme fand er bei neunmaliger Wiederholung des Versuches den in Fig. 20 dargestellten Verlauf. Das Trockengewicht der Proben betrug hierbei 82,2 g.

Zur Untersuchung des Quelleinflusses tauchte er eine Probe Weißtannenholz (white pine) von 4,528 cm Kantenlänge 1, 2 und 5 Minuten unter Wasser. Unmittelbar hinterher vorgenommene Messungen ergaben keine Formänderungen. Nachdem die Probe dann 50 Minuten an der Luft gelegen hatte, wurde eine Zunahme der Kantenlänge von 0,004 cm festgestellt.

Als Schutz gegen die Wasseraufnahme wird meistens ein Leinölanstrich angewendet, der nach dem Wiegen im trockenen Zustande aufgetragen wird. Nach Roth wird hiermit kein besonderer Erfolg erzielt. Seine Parallelversuche mit Proben von 112,5 g Trockengewicht zeigten nach dem Eintauchen „geölt" 2,22 % und „ungeölt" 2,40 % Gewichtszunahme.

b) Das specifische Gewicht der lückenlosen Holzmasse oder der Holzfaser bestimmte Rumford[2]) an feinen Hobelspähnen durch hydrostatische Wägung. Die erste Wägung erfolgte an den vollständig getrockneten Proben, die zweite, nachdem die Spähne eine Stunde lang in ausgekochtem Wasser gesotten waren, in dem erkalteten Wasser.

c) Martens hat an einer kleinen, gelegentlich ausgeführten Versuchsreihe nachgewiesen, daß man den Dichtigkeitsgrad des lufttrockenen Holzes auf mechanischem Wege durch den Druckversuch bestimmen kann. Er benutzte sorgfältig abgedrehte Holzcylinder, deren Gewicht G

[1]) Centralblatt für das gesammte Forstwesen, 1894, S. 52.

[2]) Nördlinger: Die technischen Eigenschaften der Hölzer, 1860, S. 120.

festgestellt wird und die dann, nach Maßgabe von Fig. 21 allseitig umschlossen, dem Druckversuch unterworfen werden.[1]) Hierbei findet man zunächst die Quetschgrenze (Druckfestigkeit) des Holzes (allerdings an einem kleinen Körper von nur 30 mm Durchmesser und 30 mm Höhe) und steigert sodann die Last bis zu einem so hohen Betrage, daß eine weitere Höhenverminderung nicht mehr stattfindet. Aus dem Gewicht der Probe und ihrem ursprünglichen gemessenen Rauminhalt wird das Raumgewicht vor dem Versuch $r = G/i$ bestimmt, und aus dem Rauminhalt, den der unter hohem Druck stehende Körper in der sorgfältig ausgedrehten Stahlform einnimmt, wird das Raumgewicht im gepreßten Körper berechnet, $r_1 = G/i_1$.

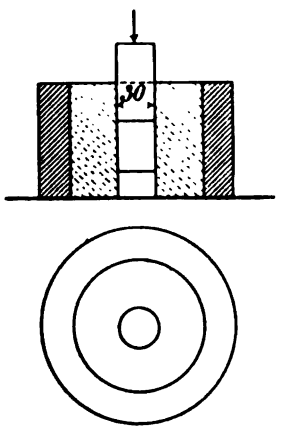


Fig. 21.

Martens hat gefunden, daß dieses Raumgewicht r_1 für die von ihm untersuchten Hölzer: Kiefer, Eiche, Rothbuche, Mahagoni und Esche nahezu eine Konstante, gleich 1,5, dem specifischen Gewicht der Cellulose, wird. Aus diesem Grunde darf man den Dichtigkeitsgrad des lufttrockenen Holzes aus dem Verhältniß $d = r/r_1$ berechnen und findet, daß für jede der geprüften Holzarten dieser Dichtigkeitsgrad eine charakteristische Größe zu haben scheint.

Für feuchtes Holz ist das Verfahren bisher nicht versucht. Es dürfte hierfür auch nicht anwendbar sein, da der Saft wohl kaum vollkommen ausgepreßt werden wird. Der verbleibende Betrag würde in die Raumbestimmung i_1 in unmeßbarer Weise eingehen.

B. Umstände, welche das Ergebniß des Festigkeitsversuches beeinflussen.

Der Einfluß der Form und des Zustandes der Proben auf das Versuchsergebniß ist bereits im Vorstehenden erörtert. Daneben bleibt zu beachten der Einfluß

I. der Belastungsgeschwindigkeit und
II. der Lagerdauer nach dem Fällen.

Der Einfluß der Belastungsgeschwindigkeit äußert sich mehr oder weniger bei allen Belastungsarten darin, daß die Bruchlasten im Allgemeinen um so größer und die Formänderungen für gleiche Spannungen um so geringer gefunden werden, je schneller die Last gesteigert wird. Begründet ist diese Erscheinung zunächst schon darin, daß die Holzfaser zur Veränderung ihrer Form um ein bestimmtes Maß eine bestimmte Zeit nöthig hat. Hierzu kommt, daß mit der Formänderung Dichteänderungen des Holzes verbunden sind, indem Luft oder Feuchtigkeit austreten, wozu je nach der Größe des entgegenwirkenden Widerstandes ebenfalls mehr oder weniger Zeit erforderlich ist.

Um vergleichbare Versuchsergebnisse zu erlangen, ist daher mit einheitlicher Belastungsgeschwindigkeit zu arbeiten. Es geschieht dies in der Weise, daß man entweder

1. die Last stetig steigert und zwar so, daß in der Zeiteinheit
   a) die Last oder
   b) die Formänderung
   um ein Bestimmtes zunimmt, oder indem man

[1]) Martens: Handbuch der Materialienkunde, 1898, S. 13.

2. die Last stufenweise steigert und dann jede Laststufe eine bestimmte Zeit lang auf die Probe einwirken läßt, bevor die zugehörige Formänderung beobachtet wird.

Das unter 2 genannte Verfahren ist das gebräuchlichere. Nach ihm arbeitete auch Wijkander. Er fand hierbei die Druckfestigkeit um durchschnittlich 2,7% höher, wenn jede Laststufe von 1000 kg 5 Sekunden einwirkte, als wenn die Laststeigerungen erst nach je 30 Sekunden erfolgten.

Bei seinen Zerreißversuchen ließ er jede Laststufe von 100 kg in der Regel 1 Minute wirken, bevor die Längenänderung abgelesen wurde. In einem mitgetheilten Versuchsprotokoll sind indessen auch die sofort nach dem Anheben der Lasten beobachteten Dehnungen angegeben. Die Unterschiede zwischen den beiden Dehnungen für gleiche Belastungen betrugen

bei: 200 — 300 — 400 — 500 — 600 — 700 — 800 u. 900 kg
0,50 — 0,33 — 0,65 — 0,99 — 1,45 — 2,06 — 2,36 u. 2,76%

von der durch die betreffende Laststufe erzeugten Dehnungszunahme.

Ueber den Einfluß der Lagerdauer nach dem Fällen liegen Versuche von Bauschinger und von Wijkander vor. Die Ergebnisse beider stimmen dahin überein, daß das Raumgewicht des Holzes sich nicht in gesetzmäßiger Weise verändert. Dagegen nahmen nach den Versuchen von Bauschinger die Druckfestigkeit und nach Wijkander sämmtliche Bruchspannungen und die Elasticitäts-Koefficienten zu und die Biegungsarbeit mit längerem Lagern ab. Nach Bauschinger ist die Zunahme der Druckfestigkeit bei den im Sommer gefällten Stämmen größer als bei den im Winter gefällten und ferner scheint sie nicht über ein Jahr hinaus, von der Fällzeit an gerechnet, zu dauern.

C. Werth der verschiedenen Belastungsarten zur Ermittelung der Festigkeit.

Für die Auswahl der bei Prüfung von Holz anzuwendenden Belastungsarten wird, sofern es sich um einen ganz bestimmten Verwendungszweck handelt, maßgebend sein, welcher Inanspruchnahme das Material bei der Verwendung unterworfen wird. In den meisten Fällen und ganz besonders bei Untersuchungen ganzer Stämme handelt es sich jedoch darum, entweder Durchschnittswerthe für die Güte des Holzes zu erlangen oder etwaige Unterschiede in den Festigkeitseigenschaften an verschiedenen Stellen des Stammes zu ermitteln.

Zu letzterem Zweck ist ohne Weiteres die Entnahme möglichst kleiner Proben und die Wahl solcher Belastungsarten geboten, welche das Arbeiten an kleinen Stücken gestatten. Hierher gehört in erster Linie der Zerreißversuch; aber auch zu allen übrigen Belastungsarten lassen sich Proben von geringen Abmessungen verwenden. Man ist daher bei Untersuchungen über Unterschiede in der Festigkeit desselben Stückes an verschiedenen Stellen in der Wahl der Belastungsart nicht beschränkt.

Zur Ermittelung von Durchschnittswerthen wird man dagegen, falls der Kostenaufwand für Material und Transport nicht in Betracht zu ziehen ist, Proben mit großem Querschnitt vorziehen, um mit möglichst geringer Zahl von Versuchen zum Ziel zu gelangen.

Die Anwendung großer Probenquerschnitte lassen der Biege- und der Druckversuch zu.

Beim Biegeversuch mit großen Balken kommt aber in Betracht, daß sein Ergebniß, wie oben dargelegt wurde, schon um deswillen nicht als Durchschnittswerth angesehen werden

kann, weil es von dem an der meiſt beanſpruchten Stelle alſo örtlich vorhandenen Verhältniß zwiſchen Zug- und Druckfeſtigkeit des Materials auf der Ober- und Unterſeite des Balkens abhängt.

Hierzu kommt, daß das Verhältniß zwiſchen den Querſchnittsabmeſſungen und der Länge der Probe unter ein gewiſſes Maß nicht herunter gehen darf, damit nicht der Bruch durch übermäßige rein örtliche Druckbelaſtung unter dem Kraftangriff eingeleitet wird. Die verhältnißmäßig große Länge bringt aber wieder die Gefahr des Vorhandenſeins zufälliger ſchwacher Stellen mit ſich, und zwar herſtammend von Aſtknoten und von Ausſchieferungen der Jahresringe an der Oberfläche.

Aus den dargelegten Gründen empfiehlt es ſich daher Durchſchnittswerthe für die Biegefeſtigkeit an einer größeren Zahl kleiner Proben zu ermitteln.

Beim Druckverſuch, für welchen der Würfel als die normale Probenform anzuſehen iſt, haben die Proben trotz großen Querſchnittes verhältnißmäßig geringe Länge. Sie können alſo leicht ſo entnommen werden, daß ihre Feſtigkeiten nicht von Zufälligkeiten abhängig ſind. Ferner kann ihre Zahl ohne übermäßigen Materialaufwand groß gewählt werden, ſodaß das Mittel aus den Verſuchen einen guten Durchſchnitt darſtellt.

Hiernach iſt der Druckverſuch diejenige Belaſtungsart, welche ſich am beſten zur Ermittelung der durchſchnittlichen Feſtigkeit des Holzes eignet. Bei Unterſuchung ganzer Stämme iſt hierbei allerdings noch die Art der Probenentnahme von Belang und zwar nach der Lage der Proben

a) zur Höhe des Stammes und
b) im Querſchnitt.

Mit der Höhenlage der Probe im Stamm wechſelt die Feſtigkeit. Man wird daher im Voraus nicht beſtimmen können, in welcher Höhe die Proben zu entnehmen ſind, um Durchſchnittswerthe zu erlangen, ſondern darauf angewieſen bleiben, Material aus verſchiedenen Höhenlagen zur Unterſuchung heranzuziehen.

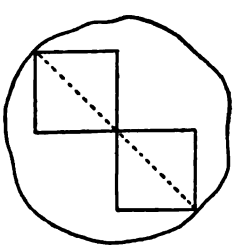


Fig. 22.

Nach der Lage der Proben im Stammquerſchnitt ſind im Hinblick auf den herrſchenden Gebrauch zwei Arten der Entnahme zu unterſcheiden. Am meiſten angewendet iſt die Entnahme derart, daß zwei Seiten der Würfel tangential zu den Jahresringen liegen. Bei der zweiten nach dem Vorſchlage von A. Martens liegt die eine Kante im Kern, die andere im Umfange des Stammes. Die eine Diagonale der Druckflächen fällt alſo mit dem Halbmeſſer des Stammes zuſammen, während die zweite Diagonale tangential zu den Jahresringen liegt (Fig. 22).

Die Gründe für dieſe Art der Probenentnahme entwickelt Martens aus dem „Aehnlichkeitsgeſetz", welches lautet:

> Geometriſch ähnliche Körper aus gleichem Material erfahren unter gleichen Umſtänden durch die gleichen Spannungen geometriſch ähnliche Formänderungen; ſie haben alſo auch gleiche Quetſch- und Bruchgrenzen.

Er ſagt hierzu[1]):

> „Das Aehnlichkeitsgeſetz kann natürlich ſtreng nur für ſolche Körper gelten, die in ſich völlig gleichartig aufgebaut ſind, d. h. auch

[1]) Martens: Handbuch der Materialienkunde, 1898, S. 110.

geometrisch ähnliche Gefügeverhältnisse besitzen. Es kann beispielsweise auf Holz nur übertragen werden, wenn auch die Wachsthumsverhältnisse in den verglichenen Proben dem Gesetz der Aehnlichkeiten entsprechen. Diese Ueberlegung war der Grund, weshalb ich die Entnahme von Würfeln vorschlug, derart, daß an Scheiben aus verschiedenen Stammhöhen die Druckfestigkeiten solcher Würfel miteinander in Vergleich gestellt werden konnten, deren eine Kante in die Rindenschicht und deren gegenüberliegende Kante in die Stammmitte fiel. Hierdurch konnten freilich die Forderungen des Gesetzes nicht streng erfüllt werden, aber es war doch möglichst ihnen weitgehend Rechnung getragen; man hat dabei allerdings die sehr verschiedenen Größen der Würfel in den Kauf nehmen müssen."

Fernow[1]) führt aus, daß man Werthe für die Durchschnittsfestigkeit des Stammes nur dann erhält, wenn die Bloche (Scheiben) nach dem in Amerika angewendeten Verfahren ganz aufgeschnitten und in allen Theilen so geprüft werden, daß, soweit wie praktisch möglich, „alles Kernholz, alles Saftholz, das geringwerthige Herz und die ganze ebenso geringwerthige Peripherie, ebenso wie das Holz der besten, zwischen diesen Zonen liegenden Partie" zur Prüfung gelangt. Die hierbei erhaltenen Durchschnittswerthe sind nach seiner Ansicht mit denen nicht vergleichbar, welche aus der Probenentnahme nach Fig. 22 hervorgehen. Bei letzterer erhalte man „in jedem Stück das Minimum des schwachen Holzes, welches um das Mark herum und im alten Saftholz liegt, und das Maximum des besten etwa im 40. bis 80. Jahre gebildeten Holzes".

Schwappach[2]) hält Fernow entgegen, daß bei dem in Amerika angewendeten Verfahren der Probenentnahme der Antheil des Splintholzes kein größerer sei, als bei der Entnahme nach Fig. 22. Er sagt ferner: „Was das Herzholz betrifft, so ist zunächst bei der (amerikanischen) Probenentnahme die Ausscheidung dieses Stückes überhaupt vorgesehen. Weiter ist aber nicht das Herzholz als solches verhältnißmäßig geringwerthig, sondern nur das innerhalb der ersten 30 Jahre gebildete, da die Qualität des Holzes nicht von der Lage der Fasern im Querschnitt, sondern vom Alter abhängt. In den mittleren und oberen Stammtheilen ist das Herzholz nicht geringwerthiger, sondern sogar besser als das weiter außen liegende."

Meines Erachtens besteht der Hauptunterschied zwischen beiden Arten der Probenentnahme darin, daß die erstgenannte Art der Probenentnahme ermöglicht, das Holz von verschiedenem Alter getrennt zu untersuchen und nach dem Antheil der verschiedenen Altersstufen an dem ganzen Stammquerschnitt die mittlere Festigkeit für letzteren zu berechnen. Sie verdient in dieser Beziehung vor der Entnahme nach Fig. 22 den Vorzug.

D. Beziehungen zwischen den verschiedenen Arten der Festigkeit.

Behufs Verwendung von Holz als Konstruktionsmaterial genügt es nicht, allein seine mittlere Druckfestigkeit zu kennen, sondern es muß auch seine Widerstandsfähigkeit gegen Biegungs-, Schub- und Zugbelastungen in Rücksicht gezogen werden. Da nun die Bestimmung aller dieser Festigkeitseigenschaften einen außerordentlichen Aufwand an Arbeit und Zeit erfordert, so ist es von großer Bedeutung zu ermitteln, ob bestimmte

[1]) Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 1898, S. 373.
[2]) Ebenda. S. 414.

Beziehungen zwischen den verschiedenen Arten der Festigkeit bestehen, und welcher Art diese Beziehungen sind.

Außer der Arbeit von Neely[1]), nach welcher in der Formel

$$\frac{P \cdot l}{4} = C\ (d_c + d_t)\ b$$

die Beziehungen zwischen der Bruchlast P beim Biegeversuch und der Summe der Druckspannungen C gegeben sein sollen, wenn

l die Stützweite der Biegeprobe

b deren Breite und

d_c und d_t den Abstand der neutralen Faserschicht beim Bruch von den Schwerpunkten der unter Druck- und Zugspannungen stehenden Flächen

bedeuten, sind mir einschlägige Untersuchungen über diesen Gegenstand nicht bekannt geworden, wohl aber erschien es mir zulässig die Ergebnisse der umfangreichen Untersuchungen von Tetmajer und von Wijkander zur Ermittelung der fraglichen Beziehungen heranzuziehen. Zu diesem Zweck sind die beobachteten mittleren Bruchfestigkeiten für die verschiedenen Holzarten in Tab. 1 zusammengestellt und aus ihnen Verhältnißzahlen berechnet, indem stets die Druckfestigkeit gleich 100 gesetzt wurde.

Tabelle 1. **Beziehungen zwischen den verschiedenen Bruchspannungen.**

Nach Versuchen von	Holzart	Beobachtete Bruchfestigkeiten							Verhältnißzahlen, die Werthe für $\sigma_{-B} = 100$ gesetzt					
		Druck σ_{-B}	Zug σ_B	Schub τ		Biegung σ a	b	c	Mittel	Zug $\frac{\sigma_B}{\sigma_{-B}}$	Schub $\frac{\tau}{\sigma_{-B}}$	Biegung σ/σ_{-B} a	b	c	Mittel
Tetmajer	Föhre	246	720	61		385	384	458	409	293	25	156	156	186	166
	Rothtanne	276	602	67		432	426	447	435	218	24	157	155	162	158
	Weißtanne	283	533	63		414	442	462	439	188	22	146	156	163	155
	Lärche	321	710	72		460	543	600	542	221	22	143	169	187	169
	Eiche	343	964	75		580	605	616	601	281	22	169	176	179	175
	Buche	320	1340	85		637	720	652	—	419	27	199	225	204	209
				r	t						r t				
Wijkander	Hainbuche	457	(370)	140	157				885	—	31 84				195
	Rothbuche	482	1385	136	161				929	287	28 33				192
	Eiche	419	1106	95	112				751	264	23 37				179
	Esche	428	—	123	127				753	—	29 30				176
	Ulme	431	—	133	135				614	—	31 31				142
	Birke	431	1207	96	120				762	280	22 28				176
	Erle	378	880	95	111				643	232	25 29				170
	Fichte	369	814	80					604	220	22				164
	Kiefer	414	1002	87					664	242	21				160

Stellt man die gleichartigen Hölzer beider Reihen gegenüber, so ergeben sich die Werthe Tab. 2.

Obgleich die Versuche von Wijkander nach Tab. 1 fast durchweg höhere Beobachtungswerthe lieferten als die Versuche von Tetmajer, zeigen die Verhältnißzahlen beider Reihen doch für fast alle Holzarten befriedigende Uebereinstimmung. Ganz besonders gilt dies von

[1]) Progress in timber physics. United states department of agriculture. Cirkular Nr. 18, S. 13.

Tabelle 2.

Holzart	nach	Mittlere Verhältnißzahlen		
		Zug	Schub	Biegung
Föhre od. Kiefer	Tetmajer Wijkander	293 242	25 21	166 160
Tanne od. Fichte	T. W.	203 220	23 22	157 164
Eiche	T. W.	281 264	22 30	175 179
Buche	T. W.	419 (287)	27 31	209 194
Nadelholz	T. W.	230 231	23 22	162 162
Laubholz (Buche und Eiche)	T. W.	350 276	25 31	192 190

den in obiger Zusammenstellung gegebenen Mittelwerthen für Nadelholz und für Laubholz, die nennenswerthe Abweichungen zwischen beiden Reihen nur bei der Zugfestigkeit des Laubholzes aufweisen.

Selbstverständlich können die obigen Werthe noch nicht als allgemein gültig angesehen werden. Hierzu würden sie durch weitere Untersuchungen zunächst zu bestätigen sein. Immerhin dürften sie zu eingehenderen Untersuchungen anregen und Erfolg versprechen. Nothwendig wäre hierbei, um zuverlässiges Zahlenmaterial zu erlangen, daß die Versuche möglichst bei dem gleichen Feuchtigkeitsgehalt aller Proben angestellt werden. Daneben wäre durch besondere Reihen zu ermitteln, ob der Einfluß des Feuchtigkeitsgehaltes bei allen Belastungsarten der gleiche ist, sodaß die bei einem Feuchtigkeitsgehalt ermittelten Verhältnißzahlen für alle gelten. Nach den in Tab. 3 zusammengestellten Werthen, welche den Untersuchungen von Bauschinger entnommen sind und bei Parallelversuchen mit Proben aus demselben Kiefernstamm erhalten wurden, scheint dies allerdings für die Biegungsfestigkeit nicht vollkommen der Fall zu sein.

Tabelle 3.

Beziehungen zwischen der Druck-, Biegungs- und Schubfestigkeit von Kiefernholz bei verschiedenem Feuchtigkeitsgehalt.

Trockenstufe		Beobachtete Bruchfestigkeiten			Verhältnißzahlen die Werthe für Druck gleich 100 gesetzt	
Nr.	Mittlerer Feuchtigkeitsgehalt	Druck	Schub	Biegung	Schub	Biegung
I	27	267	48	368	18	138
II	16	291	55	400	19	137
III	12,5	362	60,5	437	17	122
IV	10	360	75,5	455	21	126

E. Die Vereinheitlichung der Prüfungsverfahren.

Nachdem im Vorstehenden über die verschiedenen Verfahren berichtet ist, welche bei den neueren Holzuntersuchungen zur Anwendung gelangten, und hierbei die Umstände erörtert wurden, welche das Ergebniß der Untersuchungen beeinflussen, mögen zum Schluß diejenigen Punkte aufgezählt sein, welche der Vereinbarung bedürfen, damit unter Beachtung dieser Vereinbarungen allerorten vergleichbare Ergebnisse erzielt werden. Als Ausgangspunkt mögen hierbei diejenigen Vereinbarungen dienen, welche bereits in den „Beschlüssen der Konferenzen über einheitliche Untersuchungsmethoden" München 1893, S. 29—31 niedergelegt sind.

1. Gegenstand der Vereinbarungen.

Frage 1: Sollen die Vereinbarungen sich nur auf bau- und forsttechnische oder auch auf Verfahren für wissenschaftliche Untersuchungen erstrecken?

2. Angaben über den Ursprung des Holzes.

Die „Beschlüsse" schreiben vor: „Angabe der Waldgegend, des Standortes, auf welchem das untersuchte Material erwachsen, und ob es dicht stehend im Wald oder Freien stand und welchem Baumestheil es entnommen ist; endlich Angaben des Alters und der Fällzeit."

Frage 2: Reichen die vorgenannten Angaben zur Kennzeichnung des Ursprunges hin, oder sind sie durch weitere, evtl. welche, zu ergänzen? z. B. Angabe über die Art der Lagerung bis zur Prüfung?

3. Umfang der Festigkeitsversuche.

Die „Beschlüsse" schreiben vor: Als Maßstab für Festigkeit und Leistungsfähigkeit von Hölzern dienen Druckprobe und Biegungsprobe."

Frage 3: Werden diese beiden Proben zur Kennzeichnung der Festigkeitseigenschaften als hinreichend erachtet, oder welche weitere Proben sind anzustellen?

Frage 4: Welche Erfahrungen liegen vor über die Beziehungen zwischen den verschiedenen Festigkeitseigenschaften?

4. Art der Entnahme der Festigkeitsproben.

Die nachstehenden Fragen sind aufgestellt unter der Annahme, daß nicht nur Druck- und Biegeversuche ausgeführt werden sollen.

Frage 5: betreffend Zugversuche.

a) Sollen Rund- oder Flachstäbe verwendet werden?
b) Welche einheitlichen Abmessungen sollen die Stäbe erhalten?
c) Soll eine einheitliche Einspannweise vorgeschlagen werden und welche?
d) Sollen die Jahresringe bei Annahme des Flachstabes eine bestimmte Lage zu den Seitenflächen des Stabes haben und welche?

Frage 6: betreffend Druckversuche:

a) Welche einheitliche Form sollen die Proben erhalten? Würfel von der Kantenlänge a oder Prismen, deren Länge oder Höhe (L) ein Vielfaches der Kantenlänge a der Druckflächen beträgt ($L = x \cdot a$)? Wie groß soll x evtl. gewählt werden?

Die „Beschlüsse" besagen: „Die Druckprobe ist vorzunehmen an prismatischen Körpern von 10 cm auf 10 cm Querschnitt und 15 cm Länge."

b) Wie ſollen die Proben
   α) bei Unterſuchung ganzer Stämme,
   β) bei Prüfung von zugeſchnittenen Hölzern
   entnommen werden? (Lage der Jahresringe zu den Seitenflächen).

c) Sollen nur ſolche Proben verwendet werden, bei denen die Druckflächen ſenkrecht zur Stammaxe ſtehen?

d) Sollen alle Flächen ſauber behobelt ſein, oder genügen für die Druckflächen ebene Sägenſchnitte?

e) Sollen bei Prismen auf die Druckflächen eiſerne Platten aufgeſchraubt werden, oder ſoll die Belaſtung ohne dieſe Platten zwiſchen zwei ebenen Druckplatten erfolgen, von denen die eine beweglich angeordnet iſt?

Frage 7: betreffend Biegeverſuche:

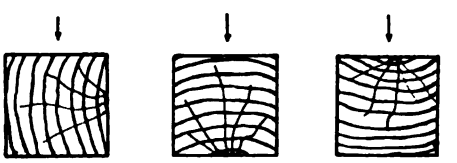
a) Sollen bei Unterſuchung ganzer Stämme Balken von möglichſt großem quadratiſchem Querſchnitt ſo entnommen werden, daß die 4 Ecken im Stammumfange liegen oder ſollen Proben kleineren Querſchnitts entnommen werden? dann
   α) in welcher Anzahl? und
   β) nach welchen Geſichtspunkten (Anordnung)?

b) Welche Abmeſſungen (Querſchnitt und Stützweite) ſollen behufs Umrechnung der Ergebniſſe auf die Einheit als normal angeſehen werden?

c) Sollen bei Entnahme kleiner Proben aus ganzen Stämmen (ſ. 7a) oder aus bereits zugeſchnittenen Hölzern die zu 7b feſtzulegenden Abmeſſungen innegehalten werden?

   Die „Beſchlüſſe" beſagen: „Die Biegungsfeſtigkeit wird ermittelt an prismatiſchen Stäben von 10 cm auf 10 cm Querſchnitt und 160 cm Länge bei 150 cm Stützweite."

d) Welche Richtung ſoll die Belaſtung zu den Jahresringen haben, falls kleine Proben verwendet werden? (ſ. 7a β) radial, oder tangential, und bei radialer Richtung von außen nach innen oder umgekehrt? (ſiehe Skizzen).



   In den „Beſchlüſſen" heißt es: „Bei Biegungs- und Leiſtungsverſuchen iſt die Lage der Holzringe zur Kraftrichtung durch Zeichnung zu erläutern. Die Durchbiegung hat beim Splintholz in der Richtung des Radius von innen nach außen zu erfolgen."

Frage 8: betreffend Scheerverſuche:

a) Sollen normale Abmeſſungen vorgeſchrieben werden oder ſoll mit Rückſicht auf die Verdrückung unter den Scheerbacken nur beſtimmt werden, daß die Breite der Scheerfläche zu deren Länge in einem beſtimmten Verhältniß ſteht und die Scheerbacken beſtimmte Breite haben? (Flächendruck proportional zur Scheerfeſtigkeit).

b) Sollen die Verſuche ein- oder zweiſchnittig ausgeführt werden?

c) Sollen Scheerverſuche radial und tangential oder nur nach einer Richtung zu den Jahresringen angeſtellt werden?

d) Soll die Scheerwirkung ſtets vom Hirn aus ſtattfinden oder auch vom Spiegel und von der Wölbfläche aus?

Frage 9: betreffend Spaltversuche:

a) Soll das Nördlingersche Verfahren als einheitlich gelten oder welches?
b) Sollen normale Abmessungen vorgeschrieben werden oder soll nur die Breite der Spaltfläche zu deren Länge im bestimmten Verhältniß stehen?
c) Sollen die Proben in einem Stück gefertigt werden oder dürfen nach Rudeloff eiserne Schenkel verwendet werden?
d) wie bei 8c und d.

5. Ort der Probenentnahme bei Untersuchung ganzer Stämme:

Frage 10:

a) In welchen Höhenlagen und
b) in welcher Lage zum Stammquerschnitt sollen die Proben entnommen werden?

6. Zahl der Versuche.

Frage 11: In welcher Mindestzahl sollen Parallelversuche angestellt werden, um zuverlässige Mittelwerthe zu erlangen?

Die „Beschlüsse" besagen: „Zur Begründung eines technischen Gutachtens über Hölzer sind wegen des großen Unterschiedes einzelner Individuen und Holzstücke wenigstens 3 Holzproben nöthig.

7. Gegenstand der Beobachtung bei den einzelnen Festigkeitsproben.

Frage 12: betreffend allgemeine Angaben über den Zustand der Probestücke:

Nach den „Beschlüssen" soll „von jedem Versuchsstück die äußere Charakteristik gegeben werden und zwar nach dem Aussehen

A. des Längsschnittes oder besser noch der Spaltfläche: Angabe:
   a) geraden oder nicht geraden Verlaufes der Holzfasern,
   b) des Vorhandenseins und der Natur eingewachsener Aststummel.
B. des Querschnittes: Angabe:
   c) bei ringporigen Laubhölzern und bei sämmtlichen Nadelhölzern:
      α) der durchschnittlichen radialen Ringbreite in mm;
      β) der Zu- oder Abnahme oder des Wechsels der Ringbreite auf dem Halbmesser;
      γ) kreisförmiger oder excentrischer Anlagerung der Holzringe und
      δ) bei Nadelhölzern des ungefähren Verhältnisses vom Herbstholz zum Frühlingsholz im Durchschnitte der Ringe."

Sollen diese Bestimmungen beibehalten oder durch andere und evtl. welche ersetzt und ergänzt werden?

Frage 13: Welche Eigenschaften sollen bei den einzelnen Belastungsarten ermittelt werden?

a) beim Zugversuch: Proportionalitäts- oder P-Grenze, Elasticitätsmodul (E), Bruchfestigkeit (B), Dehnung?
b) beim Druckversuch: P, E, B,?
c) beim Biegeversuch: P, E, B, Biegungsarbeit A.?
d) beim Scheerversuch: B und Eindrucktiefe der Scheerbacken im Augenblick des Bruches?
e) beim Spaltversuch: B und Aufbiegung der Schenkel?

Frage 14: Durch welche Bestimmungen soll dem Einfluß der Belastungsgeschwindigkeit bei den einzelnen Belastungsarten Rechnung getragen werden?

Frage 15: Für welche Belastung soll die Biegungsarbeit ermittelt werden? Für den Bruch oder für welche Belastungsgrenze?

Frage 16: Sollen für die Abmessungen des Druckstückes beim Biegeversuch besondere Vorschriften gemacht werden und welche?

Nach den „Beschlüssen" soll bei der normalen Biegeprobe (s. Frage 7c) „der Kraftangriff durch Aufsetzen eines Reiters von 2 cm Dicke und 20 cm Länge und sonstige Hilfsmittel" unschädlich gemacht werden.

Frage 17: Wann soll beim Biegeversuch der Bruch als erreicht angesehen werden? Sobald die ersten Anbrüche eintreten oder soll die höchste Belastung als Bruchlast erachtet werden, welche bei vorgeschriebener gleichbleibender Belastungsgeschwindigkeit erreicht wird?

Nach den „Beschlüssen" ist „die Biegung bis zum Bruch zu treiben. Einzelne Brüche von Faserbündeln oder Flächenabschieferungen sind noch nicht als Bruch anzusehen".

Frage 18: Soll bei allen im lufttrockenen Zustande geprüften Stücken der absolute Feuchtigkeitsgehalt ermittelt werden?

8. Die Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes.

Frage 19: Soll der mittlere Feuchtigkeitsgehalt an zerkleinertem Material oder an scheibenförmigen Abschnitten ermittelt werden?

Frage 20: Wie und wo sollen die Proben entnommen werden?

Frage 21: Nach welchem Verfahren soll mit zerkleinertem Material gearbeitet werden?

Frage 22: Bei welchem Wärmegrad sollen scheibenförmige Proben oder die Festigkeitsproben zur Ermittelung ihres Feuchtigkeitsgehaltes bei der Prüfung getrocknet werden? und soll auch für diese größeren Proben ein ganz bestimmtes Verfahren zur Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes vereinbart werden? Welches wird hierzu eventl. empfohlen?

9. Bestimmung der Gewichtsverhältnisse.

A. Das Raumgewicht.

Frage 23: Nach welchem Verfahren soll der Rauminhalt der Proben zur Feststellung des Raumgewichtes ermittelt werden?

a) durch Berechnung aus den Abmessungen bearbeiteter Proben? oder

b) nach dem Verfahren der Wasserverdrängung (Eintauchverfahren)? und

c) werden eventl. beide Verfahren je nach Form der zu verwendenden Proben für gleich zuverlässig erachtet und zugelassen?

Frage 24: a) Wird für die Bestimmung nach dem Eintauchverfahren ein bestimmter Apparat vorgeschlagen und welcher?

b) Liegen Ergebnisse vergleichender Versuche mit mehreren Apparaten vor? und welche?

Frage 25: a) Wie sollen die Proben bei Anwendung des Eintauchverfahrens gegen Wasseraufnahme geschützt werden? und sollen

b) die Raumänderungen, welche mit Anbringung des Schutzes gegen Wasseraufnahme verbunden sind, bestimmt und in Rechnung gezogen werden?

B. Das specifische Gewicht der lückenlosen Holzmasse.

Frage 26: a) Soll neben dem Raumgewicht auch das specifische Gewicht ermittelt werden?
b) Nach welchem Verfahren?

C. Bestimmung des Schwindens und Quellens.

Frage 27: Wie sollen die Längenänderungen ermittelt werden?
a) durch Ausmessen der gesammten Kantenlängen? oder
b) an besonderen Meßlängen, die durch eingeschlagene Stifte mit Marken oder wie sonst abgegrenzt sind?

D. Widerstand gegen Faulen.

Frage 28: Ist ein für Untersuchungen im Kleinen brauchbares Verfahren bekannt und welches?
Frage 29: Wird empfohlen, Versuche zur Ausbildung eines geeigneten Verfahrens anzustellen?

---

3. Bekanntmachung.

Auf Grund des § 3 der in Nr. 284 des Deutschen Reichs- und Königlich Preußischen Staats-Anzeigers vom 2. December 1891 veröffentlichten und am 1. Januar 1893 in Kraft getretenen „Vorschriften für die Lieferung und Prüfung von Papier zu amtlichen Zwecken" haben bisher die nachfolgenden Fabrikanten ihr Wasserzeichen bei der unterzeichneten Anstalt angemeldet.

Lfd. Nr.	Firma	Wortlaut des Wasserzeichens
1	Korn & Bock in Breslau	Korn & Bock Sacrau Normal . . . . .
2	H. A. Schoeller Söhne in Düren	H. A. Schoeller Soehne Dueren Normal . . . . .
3	Emil Hoesch in Düren	Emil Hoesch Düren Normal . . . . .
4	Patent-Papier-Fabrik in Hohenofen bei Neustadt a/Dosse	Patent-Papier-Fabrik Hohenofen . . . . . Normal . . . . .
5	A. J. Berens Nachf. Brachelen (Rhld.)	A. J. Berens Nachf. Brachelen Normal . . . . .
6	Marggraff & Engel in Wolfswinkel	Marggraff Wolfswinkel . . . . Normal . . . .
7	Pommersche Papierfabrik. Hohenkrug	Hohenkrug Normal . . . . .
8	Georg Drewsen in Lachendorf bei Celle	G. Drewsen Lachendorf Normal . . . .
9	Georg Drewsen in Lachendorf bei Celle	G. Drewsen Lachendorf . . . . Normal . . . .
10	J. W. Zanders in Berg.-Gladbach	J. W. Zanders B. Gladbach Normal . . . . .
11	Gebrüder Laiblin in Pfullingen	Gebrüder Laiblin Pfullingen . . . . Normal . . . . .
12	Freiberger Papierfabrik zu Weißenborn	Papierfabrik Weissenborn Normal . . . . .
13	Gebr. Ebart in Spechthausen	Gebr. Ebart Spechthausen . . . . Normal . . . .
14	Eichberger Papierfabrik (R. v. Decker) in Eichberg bei Schildau (Bober)	Eichberger Papierfabrik . . . Normal . . .
15	Wintersche Papierfabriken in Wertheim bei Hameln	Wintersche Papierfabriken Wertheim . . . Normal . . .
16	Hannoversche Papierfabriken Alfeld-Gronau vorm. Gebr. Woge in Alfeld	Alfeld-Gronau . . . Normal . . .
17	Vereinigte Bautzner Papierfabriken in Bautzen	Bautzner Papierfabriken . . . Normal . . .
18	Rheinische Aktien-Gesellschaft für Papierfabrikation in Neuß	Rhein. Papierfabrik Neuss . . . Normal . . .
19	Wilhelm Seebald & Co. in Treuenbrietzen	Seebald Treuenbrietzen . . . Normal . . .
20	Ferd. Flinsch in Berlin	Flinsch Blankenberg Normal . . .

Lfd. Nr.	Firma	Wortlaut des Wasserzeichens
21	Felix Hch. Schoeller in Düren (Rheinpr.)	Felix Heinr. Schoeller Düren .... Normal ....
22	Brückner & Co. in Calbe (Saale)	Brückner & Co. Calbe a/S Normal
23	Jul. Vorster in Stennert bei Eilpe	Jul. Vorster Stennert Normal ....
24	Gebrüder Stettner in Düren (Rheinland)	Gebr. Stettner .... Normal .... Düren
25	Mahla & Gräfer in Remse (Sachsen)	Mahla & Graeser Remse .... Normal ....
26	Sieler & Vogel. Inhaber der Schroeder'schen Papierfabrik in Golzern in Sachsen	..... Normal ..... Sieler & Vogel Papierfabrik Golzern
27	Thode'sche Papierfabrik Akt.-G. in Hainsberg	Thode Hainsberg .... Normal ....
28	Dalbker Papierfabrik. Max Dresel in Dalble	Dalbker Papierfabrik .... Normal .....
29	Papier-Fabrik Louisenthal C. Haug & Co. in Louisenthal (Post Gmund am Tegernsee)	C. Haug & Cie Louisenthal .... Normal ....
30	J. H. Eppen in Winsen a. d. Luhe	J. H. Eppen Winsen .... Normal ....
31	Hugo Hoesch in Königstein i. Sachsen	Hugo Hoesch Königstein i/S. Normal .....
32	Gebrüder Hoffsümmer Düren (Rheinland)	Gebr. Hoffsümmer Düren .... Normal ....
33	Cröllwitzer Aktien-Papierfabrik in Cröllwitz bei Halle a/S.	Papierfabrik Cröllwitz ... Normal ...
34	Papier- u. Papierstofffabrik Niederkaufungen in Papierfabrik bei Cassel	Papierfabrik Niederkaufungen .... Normal ....
35	Louis Staffel in Witzenhausen	L. Staffel Witzenhausen ... Normal ...
36	Paul Remkes in Elberfeld	Paul Remkes Elberfeld .... Normal ....
37	Raths-Damnitzer Cellulose- und Papier-Fabriken, Aktien-Gesellschaft, vormals C. F. Meißner & Sohn	.... Normal .... Papierfabrik Raths-Damnitz
38	L. Schwindenhammer in Türkheim	L Schwindenhammer Türkheim i. E. .... Normal ....
39	Gebrüder Rauch in Heilbronn	Gebrüder Rauch Heilbronn ... Normal ...
40	G. F. Halbrock Papierfabrik in Hillegosen bei Bielefeld	G. F. Halbrock Hillegosen .... Normal ....
41	Papierfabrik Napoleonsinsel Zuber, Rieder & Cie in Rixheim (Elsaß)	Papierfabrik Rixheim .... Normal ....
42	Gebrüder Rauch in Heilbronn	Gebrüder Rauch. Heilbronn .... Normal
43	Gräflich v. d. Schulenburg-Wolfsburgsche Papierfabrik-Verwalt. in Neumühle bei Rohrberg	Papierfabrik Neumühle Normal ....
44	Heinrich Goßler in Frankeneck bei Neustadt a. d. Haardt	H. Gossler Frankeneck ..... Normal .....
45	Felix Schoeller & Bausch in Neu-Kaliß bei Dömitz a. Elbe	Schoeller & Bausch Neu-Kaliss Normal .....
46	Poensgen & Heyer in Köln	Papierfabrik Kieppemühle ... Normal ...
47	Müller & Schimpf in Gengenbach (Baden)	Müller & Schimpf Gengenbach Normal .....
48	Patentpapierfabrik zu Penig	Penig ..... Normal .....
49	Chemnitzer Papierfabrik zu Einsiedel bei Chemnitz	Papierfabrik Einsiedel .... Normal .....
50	Neußer Papier- u. Pergamentpapier-Fabrik Aktien-Gesellschaft in Neuß	Neußer Papierfabrik .... Normal .....
51	Friedr. Wilh. Ebbinghaus in Lethmathe	F. W. Ebbinghaus Letmathe Normal .....
52	Ferdinand Flinsch in Freiburg i. B.	Ferdinand Flinsch. Freiburg ..... Normal .....
53	Dresdener Papierfabrik in Dresden A.	Dresdener Papierfabrik ..... Normal ....

Lfd. Nr.	Firma	Wortlaut des Wasserzeichens
54	Gebrüder Rauch in Heilbronn	Rauch Heilbronn . . . . . Normal
55	Gust. Schaeuffelensche Papierfabrik in Heilbronn a/N.	Gustav Schaeuffelen . . . . Normal . . . . Heilbronn
56	Ulrich & Co., Papierfabrik bei Nieder-Marsberg (Westfalen)	Ulrich & Comp. Niedermarsberg . . . . Normal . . . .
57	Felix Schoeller Söhne & Co. in Offingen a/D.	Felix Schoeller Söhne & Co. Offingen A/D. . . . . Normal . . . .
58	Papierfabrik Plattenthal, Frh. von Andrian-Werburg, in Plattenthal bei Wiesenbad i/S.	Papierfabrik Plattenthal Frh. von Andrian-Werburg . . . . Normal . . . .
59	J. Krauß Erben in Pfullingen	Krauss Pfullingen Normal . . . .
60	Illigsche Papierfabrik in Eberstadt bei Darmstadt	Jllig, Papierfabrik Eberstadt . . . . Normal . . . . .
61	München-Dachauer Aktien-Gesellsch. für Maschinenpapierfabrikation in München	München-Dachau . . . . Normal . . . .
62	Wintersche Papierfabriken in Altkloster bei Buxtehude (Provinz Hannover)	Wintersche Papierfabriken Altkloster . . . . Normal . . . . .
63	J. J. Goßler in Frankeneck bei Lambrecht (Pfalz)	J. J. Gofsler Frankeneck Normal . . . . .
64	Papierfabrik Sacrau, G. m. b. H., Breslau	Papierfabrik Sacrau Normal . . . .
65	Maschinenpapierfabrik Hoffmann & Engelmann, Neustadt a/Haardt	Hoffmann & Engelmann Neustadt Haardt . . . . Normal . . . .
66	Maschinenpapier- und Holzstoff-fabriken Unterkochen	Papierindustrie Unterkochen Normal . . . .
67	Coesliner Papierfabrik in Coeslin (Pomm.)	Coeslin . . . . Normal . . . .
68	Felix Schoeller jr., Burg Gretesch bei Osnabrück	Schoeller Gretesch . . . . Normal . . . . oder F. Schoeller Jr. Gretesch . . . Normal . . .
69	Papierfabrik Weißenstein, Haas & Co.	Papierfabrik Weissenstein . . . . Normal . . .
70	J. W. Zanders in Berg.-Gladbach	Papierfabrik Schnabelsmühle B. Gladbach . . . . Normal . . . .
71	Gebrüder Buhl, Ettlingen (Baden)	Gebrüder Buhl Ettlingen . . . . Normal . . . .
72	Louis Staffel, Witzenhausen	Louis Staffel Oberschmitten . . . . Normal . . . .
73	Wiede & Söhne, Trebsen, Mulde	Wiede & Soehne Trebsen . . . . Normal . . . .
74	Oscar Dietrich, Weißenfels a. d. S.	Oscar Dietrich Weissenfels a/S . . . . Normal . . . .
75	J. P. Sonntag, Emmendingen, Baden	J. P. Sonntag Emmendingen . . . . Normal . . . .
76	Papierfabrik Wolfegg (Württemberg), Aktiengesellschaft	Papierfabrik Wolfegg . . . . Normal . . . .
77	Nossener Papierfabriken vorm. Roßberg & Co., Nossen i/S.	Nossener Papierfabriken Normal . . . .
78	Papierfabrik am Baum (C. Roser) in Miesbach (Oberbayern)	Papierfabrik am Baum Miesbach Normal . . . .

Charlottenburg, im Oktober 1899.

Königliche mechanisch-technische Versuchsanstalt.

A. Martens.

Für die Redaktion verantwortlich: A. Martens. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Druck von E. Buchbinder in Neu-Ruppin.

Mittheilungen
aus den
Königlichen technischen Versuchsanstalten
zu Berlin.

Herausgegeben im Auftrage
der Königlichen Aufsichts-Kommission.

XVII. Jahrgang. **1899.** Fünftes Heft.

NEW YORK PUBLIC LIBRARY

Bekanntmachung.

Die Herren Minister der öffentlichen Arbeiten, für Handel und Gewerbe und der geistlichen, Unterrichts- und Medicinal-Angelegenheiten haben mittelst Erlasses vom 12. September 1899

A. 3410 M. f. H.
III. 14822 / I D. 12912 M. d. ö. A.
U. I. 22894 T. M. d. g. A.

an Stelle des Gewerberaths Schulze den Königlichen Gewerberath Herrn Jaeger zum Mitgliede der unterzeichneten Kommission ernannt.

Berlin, den 29. September 1899.

Königliche Kommission
zur Beaufsichtigung der technischen Versuchsanstalten.
gez. Schultz.

1. Untersuchungen über den Einfluß des Blauwerdens auf die Festigkeit von Kiefernholz.

Theil II. [1])

Vom stellvertr. Direktor und Vorsteher der Abtheilung für Metallprüfung Professor M. Rudeloff.

Die vom Herrn Minister der öffentlichen Arbeiten und für Landwirthschaft, Domänen und Forsten mit Erlaß vom 4. Juni 1895 angeordneten Untersuchungen über den Einfluß des Blauwerdens und des Lagerns im Walde auf die Festigkeit von Kiefernsplintholz erstreckten sich:

1. auf Stämme, die dem Windbruch vom Februar 1894 entstammten, bezw. im März 1895 gefällt waren, bis zum Beginn der Untersuchung (12. September 1895) im Walde gelagert hatten und
2. auf Stämme, die für die geplanten Versuche frisch gefällt wurden.

[1]) Theil I siehe XV. Jahrgang (1897) S. 1 u. ff.

Ueber die Ergebnisse der unter 1 genannten Versuche ist in den „Mittheilungen" 1897, Heft 1, bereits berichtet.

Die zweite Versuchsreihe ist nunmehr ebenfalls abgeschlossen; sie führte zu den im Nachstehenden besprochenen Ergebnissen.

A. Das Probematerial.

Zur Gewinnung des Probematerials wurden am 12. September 1895, 18. Dezember 1895, 30. März 1896 und 29. Juni 1896 je 3 Stämme gefällt und ihnen dann folgende Scheiben von etwa 250 mm Dicke entnommen:

a) sofort nach der Fällung 4 Scheiben, je eine in den Höhenlagen von 1, 4, 8 u. 12 m, gerechnet vom Boden aus;

b) am 5. September 1896 eine Scheibe unmittelbar unterhalb der zu a in 4 m Höhe abgetrennten Scheibe und

c) am 23. April 1897 je eine Scheibe unmittelbar oberhalb der zu a entnommenen 4 Scheiben.

Die einzelnen Scheiben wurden sofort nach dem Abtrennen von dem die Fällung leitenden Forstbeamten mit dem Stammzeichen (A—M) und je nach der Höhenlage im Stamm mit I, IV, VIII u. XII gezeichnet. In der Versuchsanstalt wurden die Scheiben zur Unterscheidung nach der Zeit der Entnahme außerdem mit a, b oder c gezeichnet. Schließlich war sogleich bei der Entnahme auf den im Stamm nach oben gelegenen Schnittflächen ein Pfeil angebracht. Diese Pfeile hatten bei den Scheiben aus demselben Stamm immer die gleiche Himmelsrichtung in Bezug auf den Stand des Stammes, sodaß an ihnen die ursprüngliche Lage der einzelnen Scheiben und der später aus ihnen entnommenen Proben zu einander erkannt werden konnte.

Ueber das Aussehen des Holzes auf den Schnittflächen bei der zweiten Entnahme von Probescheiben ist bereits auf Seite 2—5 der „Mittheilungen" 1897 berichtet; zu der am 23. April 1897 erfolgten dritten Probenentnahme ist von der Forstverwaltung das nachstehende Protokoll aufgestellt.

Protokoll über das Aussehen der frischen Schnittflächen am 23. April 1897.

Stamm A.

Scheibe I: auf einer Seite schwach blau.
„ IV: an drei Stellen etwas stärker blau, beginnende Zersetzung des Splintes.
Scheibe VIII: auf einer Seite blau, auf der anderen (Auflageseite) beginnende Zersetzung.
„ XII: wie A VIII aber schwächer.

Stamm B.

Scheibe I: stark blaufleckig.
„ IV: die eine Seite stark, die andere schwach blau.
Scheibe VIII: ringsherum schwachblau.
„ XII: wie B VIII.

Stamm C.

Scheibe I: 2/3 schwach blau, 1/3 (Auflageseite) beginnende Zersetzung.
„ IV: wie C I.
Scheibe VIII: ringsherum schwach blau.
„ XII: 1/2 faul (Auflageseite), 1/2 weiß (die faulen Stellen sind nie blau).

Stamm D.

Scheibe I: blaue Strahlen.
„ IV: 3/4 stark, 1/4 (Auflageseite) schwach blau.
Scheibe VIII: schwach blau.
„ XII: 2/3 stark blau, 1/3 (Auflageseite) faul.

Stamm E.

Scheibe I: schwach blau. Scheibe VIII: do.
„ IV: wie E I. „ XII: do.

Stamm F.

Scheibe I: oben schwach blau werdend, Auflageseite Faulflecke. Scheibe VIII: 1/3 schwach blau.
„ XII: 1/2 schwach blau.
„ IV: 2/3 blau.

Stamm G.

Scheibe I: einzelne schwachblaue Flecke. Scheibe VIII: ringsherum faul, nicht blau.
„ IV: etwas stärker blau. „ XII: 1/2 sehr schwach blau, 1/2 beginnende Fäule.

Stamm H.

Scheibe I: wie G I. Scheibe VIII: ganz schwach blau.
„ IV: weiß. „ XII: schwach blau.

Stamm J.

Scheibe I: ringsherum blau. Scheibe VIII: ganz schwach blau, eine Faulstelle.
„ IV: schwach blau. „ XII: 1/3 schwach blau.

Stamm K.

Scheibe I: einzelne Stellen schwach blau. Scheibe VIII: } ganz schwach blau.
„ IV: schwach blau (1/2). „ XII: }

Stamm L.

Scheibe I: am Rand schwach blau. Scheibe VIII: } wie L I.
„ IV: schwachblau, zwei größere Flecke. „ XII: }

Stamm M.

Scheibe I: am Rand ein blauer Fleck. Scheibe VIII: am Rand ein schwacher blauer Fleck.
„ IV: ganz schwach blau.
„ XII: weiß.

B. Die Probenentnahme.

Bei Entnahme der Druckproben aus den einzelnen Scheiben wurde besonders darauf Acht gegeben, daß möglichst viele Abschnitte entfielen, die nur weißes Holz enthielten. Zu diesem Zweck wurden die 250 mm hohen Scheiben, wie bei den früheren Untersuchungen, zunächst durch einen Schnitt senkrecht zur Achse in zwei gleich hohe Scheiben zerlegt und dann die Proben aus dem Splintholz beider Scheiben möglichst symmetrisch entnommen. Fig. 1 zeigt als Beispiel die Zerlegung der beiden Scheiben A IVa. Die eingeschriebenen Zahlen bedeuten die Nummern der Proben und zwar lieferten die Stücke mit viereckigem Querschnitt die Proben für Festigkeitsversuche, während die keilförmigen Ausschnitte zur Bestimmung des „spezifischen Trockengewichtes" dienten.

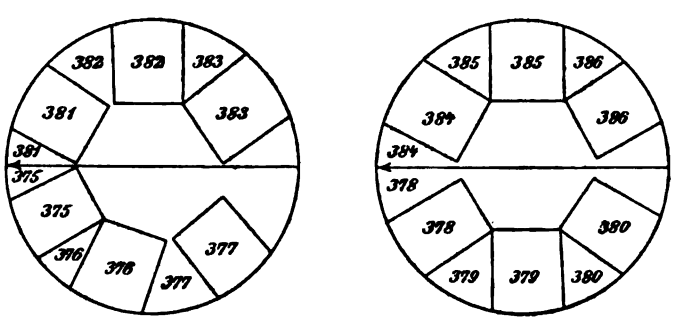


Fig. 1.

Von der Wiedergabe der Zerlegungspläne aller Scheiben (96 Stück) wird Abstand genommen. Um trotzdem die Uebersicht darüber zu ermöglichen, wie die einzelnen Probestücke in derselben Scheibe zu einander gelegen hatten, sind in den Tab. 3, welche die Versuchsergebnisse enthalten, in der Spalte hinter den Probennummern besondere Bezeichnungen angegeben, zu deren Erläuterung Folgendes dienen möge:

Die Zeichen o und u besagen, daß die Probe aus dem „oberen" oder „unteren" der beiden Theile entstammt, in welche die im Walde entnommene ursprünglich 250 mm hohe Scheibe zerlegt wurde, und die beiden Ziffern vor und hinter diesen Zeichen, deuten die Lage der Probe in der Scheibe an. Hierzu ist jede Scheibe in vier Quadranten zerlegt zu denken, die so mit 1—4 bezeichnet wurden, daß der rechts neben dem im Walde angebrachten Orientirungspfeil (s. Seite 210) gelegene Quadrant die Nummer 1 erhielt (s. Fig. 2). In den Tabellen ist die Nummer des Quadranten vor das Zeichen o oder u gesetzt, während die Ziffer hinter den beiden Zeichen den Winkel angiebt, den der durch Probenmitte gelegte Scheiben-Halbmesser mit der Begrenzungslinie des Quadranten bildet. Hierbei sind die Winkel in jedem Quadranten im Sinne der Uhrzeigerbewegung beziffert. So ist z. B. nach Fig. 2 die aus dem unteren Theil der Scheibe G IV entnommene Probe 531 durch die Bezeichnung 2 u. 45 orientirt.

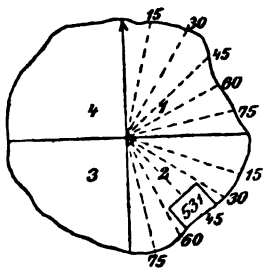


Fig. 2.

Bei Bearbeitung der Würfel für Druckversuche wurde darauf gehalten, daß zwei Würfelflächen tangential zu den Jahrringen, und die Druckflächen senkrecht zur Stammachse standen.

Nach dem ursprünglichen Arbeitsplan sollte die Festigkeit des Holzes nur an Druckversuchen ermittelt werden. Die Ergebnisse der ersten Versuchsreihe ließen es jedoch als zweckmäßig erscheinen, daneben auch Biegeversuche und Spaltversuche anzustellen, um zu ermitteln, ob etwa der Widerstand der Zellwandungen gegen Losreißen von einander und gegen Zerreißen durch das Blauwerden beeinträchtigt wird. Da nun die Zerlegung der Scheiben inzwischen bereits beendet war, so konnten hinreichend lange Stücke für Biegeversuche nicht mehr gewonnen werden; die Untersuchung wurde daher nur auf Spaltversuche ausgedehnt.

Die Spaltproben wurden theils aus den etwa 120 mm langen, ursprünglich für Druckproben bestimmten Ausschnitten theils aus bereits bearbeiteten Würfeln hergerichtet. Den ersteren wurde die klammerartige Form Fig. 3 nach Nördlinger[1]) gegeben.

Die Belastung erfolgte nach Art des Zugversuches in der Weise, daß auf den Innenflächen der Gabel bei R Einschnitte angebracht und in diese Stahldrähte eingelegt wurden, die als Angriffspunkte der Zugkräfte dienten.

Bei der Bearbeitung wurde besonderer Werth darauf gelegt, daß sowohl die Länge h (40 mm) als auch die Breite a (25 mm) der Spaltfläche sowie die Schenkellänge L bis zum Kraftangriff bei allen Proben gleiche Abmessungen erhielten.

Bei den aus Würfeln entnommenen Spaltproben ließen sich der geringen Länge wegen keine Schenkel anarbeiten. Die Proben wurden daher nach Fig. 4 hergerichtet, und mit Hülfe eiserner Schenkel S geprüft, die mittels eiserner Bügel B und Keilverbindungen K fest an die Probe angeschlossen und durch die Nasen N gegen Verschiebung nach außen gesichert waren.

[1]) Die technischen Eigenschaften der Hölzer. Stuttgart 1860, S. 243.

Die Proben wurden ſo entnommen, daß die angeſtrebte Spaltfläche bei einem Theil tangential zu den Jahrringen, bei dem anderen ſenkrecht zu letzteren oder radial im Stamm lag.

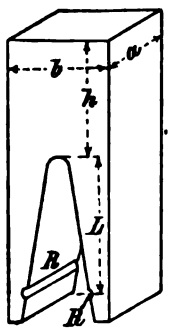
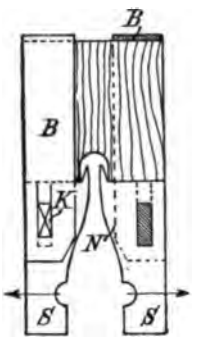


Fig. 3.



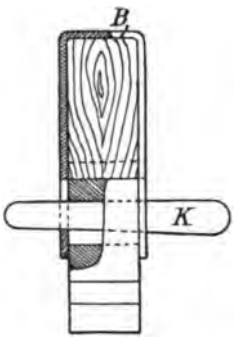


Fig. 4.

C. Die Verſuchsausführung.

Die Druckverſuche wurden auf der 50 t-Pohlmeier-Maſchine bei ſtetiger Laſtſteigerung und die Spaltverſuche auf der 1000 kg-Maſchine, Bauart des Berichterſtatters, ausgeführt. An den Druckproben wurde außer der ſpecifiſchen Druckfeſtigkeit auch das Raumgewicht des Holzes aus dem berechneten Körperinhalt und dem Lufttrockengewicht beſtimmt.

Die Beſtimmung des „ſpezifiſchen Trockengewichtes" erfolgte durch die Hauptſtation des forſtlichen Verſuchsweſens zu Eberswalde unter Leitung des Forſtmeiſter Profeſſor Dr. Schwappach nach folgendem Verfahren:

„Die Holzſtücke wurden zunächſt im Trockenſchrank bei 95—100 C° etwa 4 Tage getrocknet, bis eine weitere Gewichtsabnahme nicht mehr eintrat, ſondern bereits infolge der beginnenden Oxydation ſchon wieder eine geringfügige Gewichtszunahme zu beobachten war.

Hierauf wurden die vollkommen trockenen Stücke, nachdem ſie über Schwefelſäure erkaltet waren, gewogen und mit Leinöl beſtrichen.

Schließlich erfolgte die Raummeſſung unter Benutzung des Friedrichſchen Präciſions-Xylometers neueſter Konſtruktion, wodurch die erforderlichen Werthe für die Berechnung des Raumgewichts feſtgeſtellt waren."

D. Die Verſuchsergebniſſe.

I. Das ſpecifiſche Trockengewicht.

Die Einzelwerthe der Trockengewichtsbeſtimmungen für die ſofort nach Fällung und nach der Lagerung im Walde entnommenen Scheiben ſind in Tab. 1 zuſammengeſtellt; zugleich ſind ihnen in den letzten drei Spalten Verhältnißzahlen für die Trockengewichte beider Probenentnahmen (ſofort nach der Fällung und am 23. April 1897) angefügt. Die Letzteren ſchwanken für die einzelnen Scheiben (Höhenlagen) zwiſchen 90 und 109%, für die einzelnen Stämme zwiſchen 94 und 103% und im Mittel für je drei Stämme gleicher Fällung zwiſchen 96 und 100%.

Hieraus ergiebt ſich, daß das Trockengewicht des Holzes durch das Lagern der Stämme im Walde nur in geringem Maße beeinflußt wurde und zwar im Allgemeinen (bei 33 Fällen von 48) um Weniges abnahm.

Tabelle 1. Specifisches Trocken-

Stamm Zeichen	Scheibe Nr.	a) Proben sofort nach der Fällung entnommen			b) Proben im Walde gelagert				Verhältniß des Trockengewichtes nach der Waldlagerung zum ursprünglichen		
		Tag der Entnahme	Specifisches Trockengewicht		Tag der Entnahme	Dauer der Waldlagerung Tage	Specifisches Trockengewicht		für die Scheibe	für den Stamm	für die gleiche Lagerdauer
			Einzelwerthe	Mittel für die Scheibe			Einzelwerthe	Mittel für die Scheibe			
A	I	12. IX. 1895	558 531	545	28. IV. 1897	589	526 539	533	98	98	98
	IV		479 499	489			490 500	495	101		
	VIII		445 471	458			426 447	437	95		
	XII		425 421	423			404 406	405	96		
B	I		554 536	545			548 517	533	98	97	
	IV		507 512	510			486 481	484	95		
	VIII		480 471	476			471 463	467	98		
	XII		453 448	451			443 427	435	97		
C	I		527 531	529			516 548	532	100	99	
	IV		491 520	506			506 501	504	100		
	VIII		476 480	478			446 469	458	96		
	XII		448 466	457			439 479	459	100		
D	I	18.XII. 1895	577 568	573		492	527 544	536	94	94	96
	IV		537 513	525			518 487	503	96		
	VIII		484 496	490			475 435	455	93		
	XII		492 499	496			448 475	462	93		
E	I		527 551	539			528 528	528	98	98	
	IV		473 527	500			448 521	485	97		
	VIII		467 468	468			455 458	457	98		
	XII		448 451	450			426 450	438	97		
F	I		590 622	606			614 613	614	101	97	
	IV		562 579	571			529 532	531	93		
	VIII		516 514	515			516 526	521	101		
	XII		538 476	505			456 493	475	94		

gewicht der Hölzer.

Stamm Zeichen	Scheibe Nr.	a) Proben sofort nach der Fällung entnommen			b) Proben im Walde gelagert				Verhältniß des Trockengewichtes nach der Waldlagerung zum ursprünglichen		
		Tag der Entnahme	Specifisches Trockengewicht		Tag der Entnahme	Dauer der Waldlagerung Tage	Specifisches Trockengewicht		für die Scheibe	für den Stamm	für die gleiche Lagerdauer
			Einzelwerthe	Mittel für die Scheibe			Einzelwerthe	Mittel für die Scheibe			
G	I	30. III. 1896	487 518	503	23. IV. 1897	389	508 519	514	102	99	99
	IV		485 505	495			459 461	460	93		
	VIII		469 454	462			430 431	431	93		
	XII		433 440	437			447 487	467	107		
H	I		504 534	519			466 510	488	94	95	
	IV		460 513	487			468 476	472	97		
	VIII		467 492	480			459 465	462	96		
	XII		495 484	490			461 445	453	93		
J	I		566 560	563			550 554	552	98	103	
	IV		520 535	528			499 504	502	95		
	VIII		440 453	447			514 460	487	109		
	XII		416 448	432			511 435	473	109		
K	I	29. VI. 1896	552 509	531		298	528 526	527	99	101	
	IV		513 502	508			513 520	517	102		
	VIII		487 481	484			475 482	479	99		
	XII		453 430	442			455 453	454	103		
L	I		562 530	546			518 543	531	97	101	
	IV		494 474	484			479 535	507	105		
	VIII		503 475	489			476 496	486	99		
	XII		466 435	451			436 496	466	103		
M	I		621 485	553			483 508	496	90	97	
	IV		439 492	466			456 470	463	99		
	VIII		460 457	459			439 458	449	98		
	XII		455 441	448			453 458	456	102		

Tabelle 2.

Mittelwerthe für die specifischen Trockengewichte der Stämme gleicher Fällung.

Stämme	A–C				D–F				G–J				K–M			
Gefällt	12. IX. 1895				18. XII. 1895				30. III. 1896				29. VI. 1896			
Scheibe Nr.	Einzelwerthe			Mittel	Einzelwerthe			Mittel	Einzelwerthe			Mittel	Einzelwerthe			Mittel
I	545	545	529	540	573	539	606	573	503	519	563	528	531	546	553	543
IV	489	510	506	502	525	500	571	532	495	487	528	503	508	484	466	486
VIII	458	476	478	451	490	468	515	491	462	480	447	463	484	489	459	477
XII	423	451	457	444	496	450	505	484	437	490	432	453	442	451	448	447
Mittel	479	495	498	484	521	489	549	520	474	494	498	487	491	498	482	488

Tab. 2 enthält die Mittelwerthe für die einzelnen Scheiben und Stämme gleicher Fällung. Die Werthe bestätigen,

daß das Trockengewicht des Holzes mit der Höhenlage im Stamme abnimmt,

und ferner zeigen sie, daß

das Holz der im December gefällten Stämme das höchste mittlere Trockengewicht besitzt (520), während letzteres bei den übrigen Fällungen nahezu übereinstimmt (484—488).

II. Druckversuche.

Die Einzelbeobachtungen, geordnet nach Stämmen, Reihenfolge der Probenentnahme und Höhenlage im Stamm oder Scheibennummer, sind in Tab. 3 zusammengestellt. Für das Raumgewicht und die Bruchspannung sind hinter den Einzelwerthen die Mittel für die Proben gleichen Zustandes (weiß, blau oder rothfleckig) aus derselben Scheibe angegeben.

Diese Mittelwerthe sind dann nach Tab. 4 übertragen und für die gleichzeitig gefällten je 3 Stämme nochmals zu Gesammtmittel zusammengefaßt. Hierbei sind die aus Tab. 3 entnommenen Mittelwerthe, denen nur eine Beobachtung zu Grunde lag, sowie die Gesammtmittel, welche wegen geringer Anzahl Einzelbeobachtungen weniger zuverlässig sind als die übrigen, in [ ] gesetzt.

In Tab. 5 u. 6 sind schließlich die Mittelwerthe für die 3 Stämme gleicher Fällung nochmals gegenübergestellt und aus ihnen Verhältnißzahlen berechnet, welche die Einflüsse der Fällzeit, des Lagerns im Walde und des Blauwerdens auf die Festigkeit und das Raumgewicht des Holzes bei gleicher Höhenlage im Stamme erkennen lassen.

a. Einfluß der Fällzeit.

Die Schaulinien Fig. 5, aufgetragen nach den Mittelwerthen für die Stämme gleicher Fällung (Tab. 5 u. 6), stellen für die unmittelbar nach der Fällung entnommenen und bis zur Lufttrockenheit im gedeckten Raum aufbewahrten Proben die Abhängigkeit der Druckfestigkeit sowie des Raumgewichtes des Holzes von dessen Höhenlage im Stamm (Scheibennummer) dar. Die beiden oberen Liniengruppen gelten für das weiße und die beiden unteren für das beim Liegen im Trocknen blau gewordene Holz.

Die Neigung der Linien von links nach rechts bestätigt die bekannte Thatsache, daß

1. die Druckfestigkeit und das Raumgewicht des lufttrockenen Holzes mit zunehmender Höhe im Stamme abnehmen.

Nach der Lage der für die verschiedenen Fällzeiten geltenden Linien zu einander lieferte

2. die Decemberfällung (Stämme D—F) das Holz größter Druckfestigkeit und größten Raumgewichtes, die Septemberfällung (Stämme A—C) dagegen das Holz geringster Festigkeit und kleinsten Raumgewichtes. Zwischen beiden liegen die beim weißen Holz annähernd gleichen Festigkeiten und Raumgewichte der im März und Juni gefällten Stämme G—J und K—M.

Das Zusammenlaufen der Linien für die Festigkeiten des weißen Holzes nach rechts läßt darauf schließen, daß

3. der Einfluß der Fällzeit (Schlußfolgerung 2) auf die Festigkeit des weißen Holzes mit zunehmender Höhenlage im Stamm abnimmt.

Nach den Verhältnißzahlen Tab. 5 beträgt die Festigkeit des weißen Holzes aus der Decemberfällung je nach der Höhenlage im Stamm 25—12 % mehr als die der Septemberfällung und 15—10 % mehr als die der März- und Juni-Fällung.

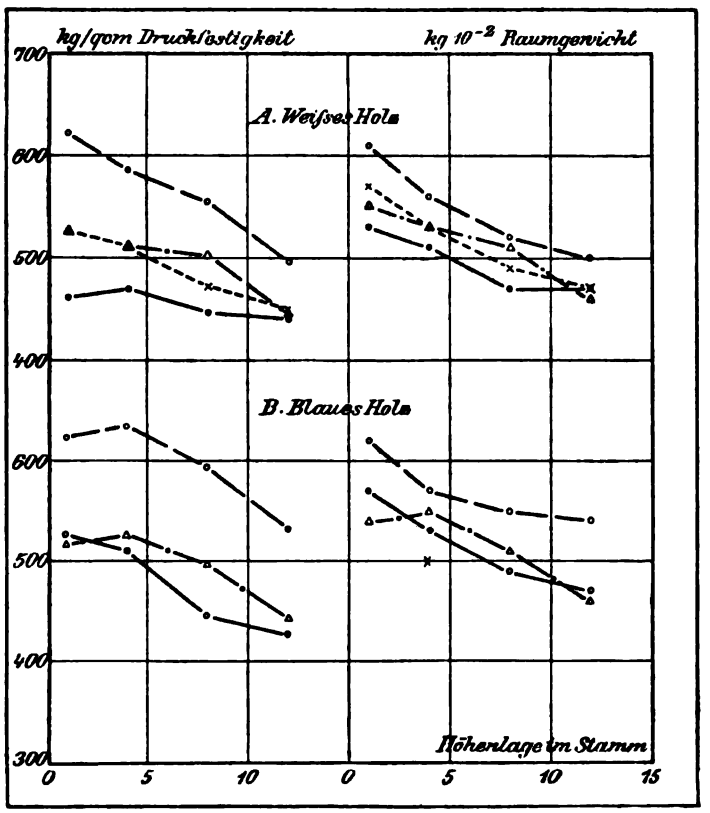


Fig. 5. Einfluß der Fällzeit auf Druckfestigkeit und Raumgewicht bei gleicher Höhenlage im Stamm.

Fällzeiten: ●———● 12./IX.; ○———○ 18./XII.; ×— — — × 30./III.; △—·—△ 29./VI.

b. Der Einfluß des Blauwerdens.

Der Einfluß des Blauwerdens auf die Druckfestigkeit und das Raumgewicht des Holzes ergiebt sich für die verschiedenen Fällungen aus dem unmittelbaren Vergleich der Mittelwerthe für die denselben Scheiben entnommenen weißen und blauen Proben. Diese Werthe sind in Fig. 6 für die Druckfestigkeit und in Fig 7 für die Raumgewichte durch Schaulinien dargestellt. In jedem Linienpaar gehört die voll ausgezogene Linie dem weißen und die punktirte dem blauen Holze an.

Die Lage der Linien Fig. 6 in demselben Paar zu einander bestätigt die schon aus den Ergebnissen der Vorversuche[1]) abgeleitete Schlußfolgerung,

daß die Druckfestigkeit des Splintholzes durch das Blauwerden nicht gelitten hat, sondern eher noch um etwas gesteigert wurde.

[1]) S. „Mittheilungen" 1897, S. 40.

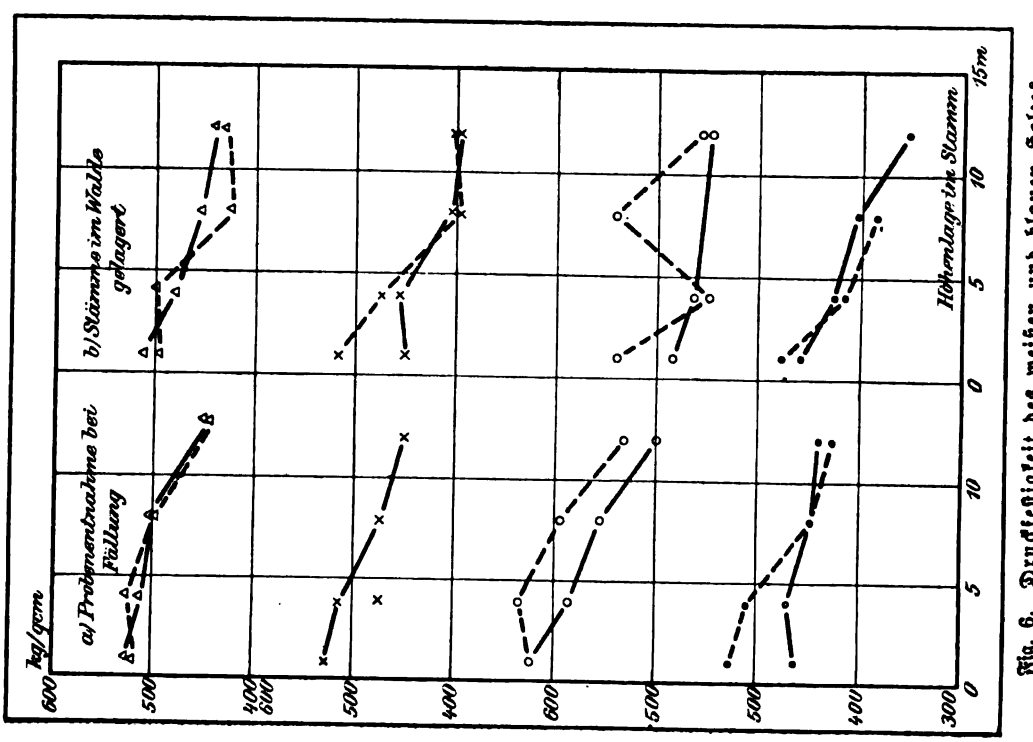


Fig. 6. Druckfestigkeit des weißen und blauen Holzes.
——— weiß; — — — — blau.
Fällzeiten: ● 12./IX.; ○ 18./XII.; × 30./III.; △ 29./VI.

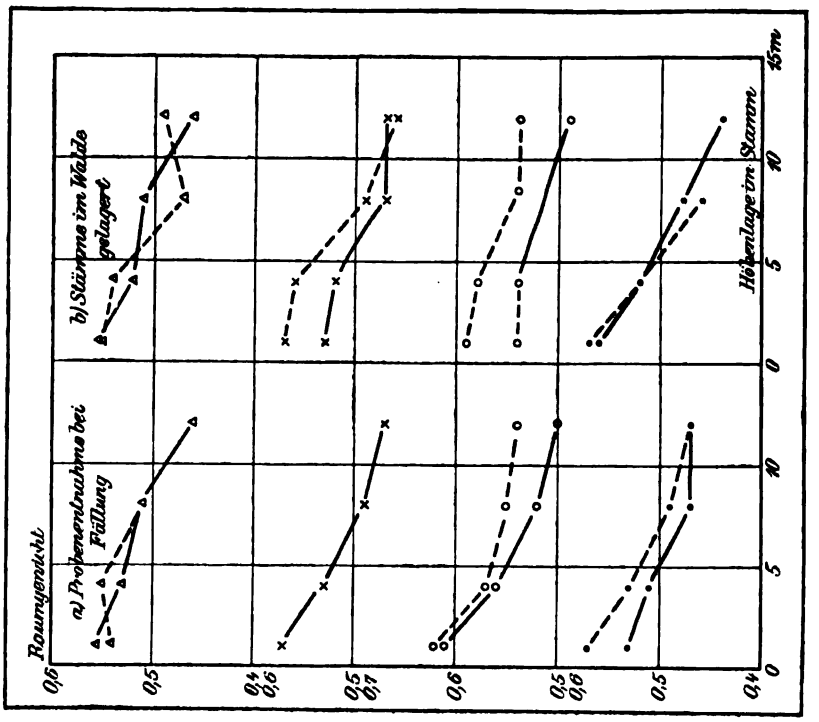


Fig. 7. Raumgewicht des weißen und blauen Holzes.
——— weiß; — — — — blau.
Fällzeiten: ● 12./IX.; ○ 18./XII.; × 30./III.; △ 29./VI.

Tabelle 3. Ergebnisse der Druckversuche.

Stamm A: Gefällt am 12. September 1895.

Proben Nr.	Lage in der Scheibe[1])	Entnommen aus: Scheibe Nr.	Probenentnahme	Zustand des Holzes	Abmessungen: Seite a cm	Seite b cm	Höhe h cm	Gedrückte Fläche F qcm	Inhalt der Probe V ccm	Gewicht: Absolutes G g	Raumgewicht γ: Einzelwerthe	Raumgewicht γ: Im Mittel für den gleichen Zustand	Bruchlast: Gesammt kg	Spannung kg/qcm: Einzelwerthe	Spannung kg/qcm: Im Mittel für den gleichen Zustand	Bemerkungen
366	3 u 30	I	a.	weiß	5,70	5,61	5,62	32,0	179,8	107,1	0,60	0,55	15400	481	427	
371	1 0 30			„	5,32	5,36	5,40	28,5	153,9	81,2	0,53		11000	386		
374	1 u 30			„	4,12	4,18	4,18	17,2	71,9	38,4	0,53		7100	413		
363	3 0 30			blau	3,59	3,58	3,58	12,9	46,2	27,1	0,59	0,59	6860	532	532	
380	3 u 30	IV		weiß	3,31	3,28	3,30	10,9	36,0	18,4	0,51	0,51	4840	444	444	
381	1 0 30			blau	4,72	4,72	4,84	22,3	107,9	56,1	0,52		11778	528		
377	3 0 45			„	5,78	5,76	5,82	33,3	193,8	99,4	0,51	0,52	15640	470	484	Etwas rothfleckig.
384	1 u 30			„	5,00	4,92	4,96	24,6	122,0	63,4	0,52		11160	454		
389	3 0 30	VIII		blau	6,12	6,08	6,18	37,2	229,9	109,0	0,47	0,47	16144	434	443	
392	3 u 30			„	5,02	5,02	5,06	25,2	127,5	63,1	0,49		11060	439		
393	1 0 30			„	4,76	4,75	4,71	22,6	106,4	48,5	0,46		10160	449		
396	1 u 30			„	3,48	3,49	3,48	12,1	42,1	19,2	0,46		5420	448		
406	1 u 25	XII		weiß	3,28	3,21	3,30	10,5	34,7	16,3	0,47	0,47	4804	458	458	
404	1 0 60			blau	3,88	3,89	3,79	15,1	57,2	25,9	0,45	0,45	6240	413	390	
405	2 0 45			„	2,88	2,89	2,90	8,3	24,1	10,8	0,45		3036	366		
852	1 u 10	IV	b.	weiß	3,52	3,50	3,58	12,3	44,0	22,2	0,50	0,50	5222	425	425	
859	3 0 45			blau	3,46	3,41	3,41	11,8	40,2	20,7	0,51	0,52	5500	466	480	Etwas klehnig.
859				„	3,47	3,46	3,34	12,0	40,1	21,3	0,53		5910	493		
947	1 0 45	I	c.	blau	4,12	4,16	4,10	17,1	70,1	41,4	0,59	0,60	7820	457	477	
953	1 u 60			„	4,12	4,07	4,19	16,8	70,4	42,9	0,61		8340	496		
956	3 u 90			rothfleckig	3,28	3,28	3,26	10,8	35,2	18,4	0,52	0,52	3884	360	360	
962	3 0 90	IV		weiß	3,56	3,56	3,55	12,7	45,1	22,7	0,50	0,52	4798	378	397	
968	3 u 90			„	3,60	3,58	3,59	12,9	46,3	24,9	0,54		5364	416		
959	1 0 40			rothfleckig	2,91	2,84	2,84	8,3	23,6	12,0	0,51	0,52	3400	410	440	
965	1 u 45			„	3,30	3,28	3,28	10,8	35,4	18,4	0,52		5080	470		
974	4 0 10	VIII		weiß	3,72	3,71	3,78	13,8	52,2	24,8	0,48	0,47	5580	404	403	
979	4 u 45			„	3,50	3,50	3,49	12,3	42,9	19,5	0,45		4944	402		
971	1 0 45			blau	2,52	2,56	2,58	6,5	16,8	7,8	0,46		2528	389		
973	3 0 70			„	4,19	4,18	4,18	17,5	73,2	34,5	0,47	0,46	6310	361	384	
975	1 u 45			„	4,09	4,02	4,06	16,4	66,6	30,9	0,46		6842	417		
978	3 u 70			„	4,38	4,31	4,38	18,9	82,8	38,5	0,46		6972	369		
981	1 0 45	XII		weiß	3,24	3,19	3,22	10,3	33,2	14,2	0,43	0,44	3760	365	364	
983	3 0 45			„	3,42	3,42	3,48	11,7	40,7	18,0	0,44		4248	363		
985	1 u 30			„	3,30	3,22	3,28	10,6	34,8	14,8	0,43		3896	368		
988	3 u 60			„	3,74	3,69	3,65	13,8	50,4	22,2	0,44		4976	361		

Stamm B: Gefällt am 12. September 1895.

415	1 u 30	I	a.	weiß	2,88	2,84	2,90	8,2	23,8	12,5	0,53	0,53	3938	480	480	
410	1 0 60			blau	5,12	5,08	5,18	26,0	134,7	80,4	0,60		13940	536		
418	3 0 45			„	5,48	5,60	5,56	30,7	170,7	94,6	0,55	0,56	16452	536	533	Rissig.
421	3 u 30			„	4,62	4,64	4,60	21,4	98,4	53,1	0,54		11270	527		
428	1 0 30	IV		weiß	3,51	3,46	3,51	12,1	42,5	22,4	0,53	0,52	5980	494	474	
431	1 u 30			„	3,92	3,90	3,96	15,2	60,6	30,2	0,50		6936	453		
424	3 0 45			blau	3,02	3,02	3,08	9,1	28,0	15,2	0,54	0,54	4820	530	514	
427	3 u 30			„	4,22	4,30	4,32	18,1	78,2	41,4	0,53		8990	497		

[1]) S. Erläuterung S. 212.

Proben Nr.	Lage in der Scheibe	Entnommen aus: Scheibe Nr.	Probenentnahme	Zustand des Holzes	Abmessungen: Seite a cm	Seite b cm	Höhe h cm	Gedrückte Fläche F qcm	Inhalt der Probe V ccm	Gewicht: Absolutes G g	Raumgewicht g: Einzelwerthe	Raumgewicht g: Mittel für den gleichen Zustand	Bruchlast: Gesammt kg	Spannung kg/qcm: Einzelwerthe	Spannung kg/qcm: Mittel für den gleichen Zustand	Bemerkungen
436	3 o 40	VIII	a.	weiß	3,39	3,40	3,41	11,5	39,2	18,9	0,48	0,47	5442	473	448	
442	2 o 60			„	5,11	5,03	5,12	25,7	131,6	61,0	0,46		10848	422		
437	4 u 60			blau	4,08	4,10	4,14	16,7	69,1	32,5	0,47	0,49	7770	465	453	
443	1 u 25			„	5,23	5,20	5,10	27,2	138,7	69,5	0,50		11968	440		
451	3 u 40	XII		weiß	3,83	3,91	3,88	15,0	58,2	27,5	0,47	0,48	6720	448	448	
455	1 u 30			„	4,58	4,60	4,68	21,1	98,7	47,0	0,48		9460	448		
448	3 o 30			blau	3,70	3,72	3,71	13,8	51,2	23,7	0,46	0,47	6164	447	448	
452	1 o 30			„	5,27	5,30	5,32	27,9	148,4	71,1	0,48		12520	449		
862	2 u 7	IV	b.	blau	4,36	4,33	4,40	18,9	83,2	46,0	0,55	0,56	8944	473	493	
865	3 o 5			„	(3,92)	(3,89)	(3,92)	(15,2)	(59,6)	33,7	(0,57)		7570	(498)		
867	1 o 60			„	4,39	4,40	4,43	19,3	85,5	48,3	0,56		9908	513		
995	3 o 45	I	c.	weiß	3,22	3,21	3,28	10,3	33,8	18,9	0,56	0,56	4716	458	477	
1001	3 u 70			„	3,94	3,92	3,98	15,4	61,3	33,9	0,55		7640	496		
992	1 o 50			blau	6,11	6,06	6,08	37,0	225,0	129,6	0,58	0,57	18780	508	495	
998	1 u 45			„	3,46	3,44	3,43	11,9	40,8	22,4	0,55		5720	481		
1006	3 o 60	IV		weiß	4,30	4,30	4,32	18,5	79,9	39,7	0,50	0,50	7624	412	402	
1013	3 u 30			„	3,88	3,82	3,81	14,8	56,4	27,9	0,49		5808	392		
1003	1 o 60			blau	5,06	5,06	5,02	25,6	128,5	65,5	0,51	0,50	10270	401	380	
1010	1 u 50			„	5,58	5,62	5,56	31,4	174,6	85,1	0,49		11256	358		
1018	1 o 75	VIII		rothfleckig	3,12	3,12	3,18	9,7	30,8	15,0	0,49	0,47	3700	381	365	
1023	1 u 45			„	3,36	3,36	3,32	11,3	37,5	18,1	0,48		4288	379		
1025	3 u 60			„	4,70	4,70	4,76	22,1	105,2	45,9	0,44		7424	336		
1028	1 o 45	XII		weiß	4,52	4,49	4,50	20,3	91,4	39,4	0,43	0,42	6740	332	309	
1032	1 u 45			„	5,22	5,14	5,30	26,8	142,0	58,2	0,41		7628	285		
1029	3 o 75			rothfleckig	2,70	2,70	2,70	7,3	19,7	8,5	0,43	0,43	2468	338	331	
1034	3 u 50			„	3,02	3,06	3,06	9,2	28,2	11,8	0,42		2980	324		

Stamm C: Gefällt am 12. September 1895.

459	1 o 90	I	a.	weiß	4,28	4,31	4,36	18,4	80,2	41,9	0,52	0,52	8760	476	476	
462	1 u 90			blau	4,42	4,42	4,46	19,5	87,0	46,9	0,54		10510	539		
464	3 o 90			„	6,65	6,65	6,70	44,2	296,1	166,3	0,56	0,55	23678	536	520	
467	3 u 90			„	5,50	5,48	5,42	30,1	166,2	92,5	0,56		14638	486		
479	1 u 90	IV		weiß	4,93	4,93	4,94	24,3	120,0	60,6	0,51	0,51	11920	491	491	
470	3 o 90			blau	4,26	4,18	4,25	17,8	75,6	41,4	0,55		9240	519		
473	3 u 90			„	4,69	4,70	4,80	22,0	105,6	59,9	0,57	0,54	12246	557	533	
476	1 o 90			„	3,99	4,02	4,08	16,0	65,3	33,3	0,51		8396	524		
482	3 o 90	VIII		blau	3,99	4,03	3,94	16,1	63,4	32,4	0,52	0,50	7442	462	446	Etwas Kehnig.
485	3 u 90			„	3,53	3,51	3,53	12,4	43,8	22,7	0,52		5540	447		
491	1 o 90			„	4,10	4,07	4,05	16,7	67,6	31,0	0,46		7164	429		
503	4 u 10	XII		weiß	4,26	4,23	4,23	18,0	76,1	35,9	0,47	0,47	7426	413	413	
494	1 o 90			blau	4,14	4,18	4,12	17,3	71,3	33,6	0,47		7670	443		
497	1 u 90			„	3,56	3,56	3,62	12,7	46,0	22,0	0,48	0,48	5760	454	446	
500	3 o 75			„	4,16	4,19	4,13	17,4	71,9	35,1	0,49		7656	440		
869	1 u 30	IV	b.	weiß	4,06	4,06	4,12	16,5	68,0	34,4	0,51	0,51	7490	454	454	
870	4 u 40			blau	3,70	3,70	3,69	13,7	50,6	27,9	0,55		6640	485		
872	1 o 50			„	4,34	4,34	4,33	18,8	81,4	42,2	0,52	0,53	8824	469	466	
873	1 o 0			„	4,70	4,68	4,71	22,0	103,6	55,0	0,53		9778	444		Eine vereinzelte sehr schwach rothfleckige Stelle.

Proben Nr.	Lage in der Scheibe	Entnommen aus: Scheibe Nr.	Probenentnahme	Zustand des Holzes	Abmessungen: Seite a cm	Seite b cm	Höhe h cm	Gedrückte Fläche F qcm	Inhalt der Probe V ccm	Gewicht: Absolutes G g	Raumgewicht γ: Einzelwerthe	Raumgewicht γ: Im Mittel für den gleichen Zustand	Bruchlast: Gesammt kg	Spannung kg/qcm: Einzelwerthe	Spannung kg/qcm: Im Mittel für den gleichen Zustand	Bemerkungen
1042	1 u 60	I	c.	weiß	5,38	5,36	5,44	28,9	157,2	83,5	0,53	0,56	12820	444	441	
1046	4 u 30			„	5,24	5,22	5,29	27,4	144,9	83,6	0,58		12008	438		
1038	1 o 75			blau	*4,39*	*4,38*	*4,36*	*19,2*	*83,7*	*45,0*	*0,54*	*0,55*	*9240*	*481*	*465*	
1041	4 o 15			„	*6,40*	*6,40*	*6,42*	*41,0*	*263,2*	*143,6*	*0,55*		*18390*	*449*		
1052	3 o 90	IV		weiß	4,38	4,38	4,48	19,2	86,0	45,6	0,53	0,53	9176	478	478	
1055	1 u 90			blau	*4,58*	*4,61*	*4,67*	*21,1*	*98,5*	*55,4*	*0,56*	*0,53*	*10224*	*484*	*452*	
1058	4 u 15			„	*4,02*	*4,02*	*4,04*	*16,2*	*65,4*	*32,4*	*0,50*		*6800*	*420*		
1060	1 o 75	VIII		weiß	3,50	3,50	3,51	12,3	43,2	19,9	0,46	0,48	5240	426	408	
1063	4 o 15			„	4,08	4,04	4,16	16,5	68,5	35,9	0,52		6780	411		
1065	1 u 80			„	4,16	4,18	4,18	17,4	72,7	33,7	0,46		6538	376		
1067	3 u 80			„	4,66	4,62	4,68	21,5	100,6	49,0	0,49		8980	418		
1071	1 o 70	XII		weiß	3,70	3,66	3,69	13,7	50,1	23,2	0,46	0,47	5300	387	384	
1074	1 u 60			„	4,33	4,33	4,37	18,7	81,7	38,5	0,47		7098	380		
1072	4 u 45			rothfleckig	2,86	2,86	2,88	8,2	23,6	11,5	0,49	0,49	2880	351	351	
Stamm D: Gefällt am 18. December 1895.																
227	4 o 60	I	a.	weiß	5,32	5,32	5,32	28,3	150,6	93,4	0,62	0,62	16684	589	627	
230	4 u 70			„	5,81	5,81	5,90	33,8	199,4	121,0	0,61		21008	622		
237	2 o 65			„	4,12	4,12	4,17	17,0	70,9	44,7	0,63		10760	633		
240	2 u 60			„	5,02	5,02	5,08	25,2	128,0	80,9	0,63		16736	664		
243	4 o 25	IV		weiß	4,49	4,48	4,44	20,1	89,2	49,0	0,55	0,55	11900	592	574	Vereinzelte schwach blaue Adern.
250	2 o 60			„	5,08	5,08	5,14	25,8	132,6	72,4	0,55		15028	582		
253	2 u 50			„	5,18	5,18	5,26	26,8	141,0	77,1	0,55		14744	550		
256	4 o 60	VIII		weiß	3,21	3,20	3,26	10,3	33,6	17,4	0,52	0,53	5620	546	538	
259	4 u 60			„	3,12	3,12	3,18	9,7	30,8	16,2	0,53		5900	505		
265	2 u 60			„	4,58	4,59	4,62	21,0	97,0	52,0	0,54		11800	562		
262	2 o 60			rothfleckig	4,31	4,31	4,36	18,6	81,1	43,8	0,54	0,54	10316	555	555	Rissig.
267	4 o 30	XII		weiß	2,98	3,00	3,01	8,9	26,8	13,8	0,51	0,52	4640	521	533	Etwas kiehnig.
269	4 u 45			„	3,11	3,08	3,09	9,6	29,7	15,0	0,51		5022	523		
271	2 o 45			„	4,62	4,61	4,68	21,3	99,7	52,2	0,52		11838	556		Etwas kiehnig.
273	2 u 45			„	3,04	3,02	3,02	9,2	27,8	14,8	0,53		4876	530		
276	2 u 75	IV	b.	blau	*4,62*	*4,60*	*4,68*	*21,3*	*99,7*	*53,0*	*0,53*	*0,53*	*11376*	*534*	*534*	
278	4 u 60			rothfleckig	3,46	3,43	3,46	11,9	41,2	22,6	0,55		6500	546		
279	2 o 70			„	4,40	4,38	4,36	19,3	84,1	45,2	0,54	0,55	10100	523	542	
282	4 o 60			„	4,29	4,28	4,32	18,4	79,5	44,0	0,55		10240	557		
1080	4 o 30	I	c.	weiß	4,56	4,58	4,59	20,9	95,9	56,8	0,59	0,58	11800	565	540	Untere rechte Ecke schwach blau.
1083	2 u 20			„	4,19	4,16	4,22	17,4	73,4	39,6	0,54		8940	514		
1086	4 u 30			„	4,61	4,64	4,62	21,4	98,9	58,2	0,59		11584	541		
1092	4 o 20	IV		weiß	4,09	4,08	4,08	16,7	68,1	34,5	0,51	0,52	7840	469	472	
1098	4 u 45			„	4,78	4,78	4,74	22,8	108,1	55,7	0,52		10820	475		
1089	2 o 15			rothfleckig	2,78	2,78	2,78	7,7	21,4	11,5	0,54	0,54	4064	528	537	
1095	2 u 45			„	4,09	4,06	4,07	16,6	67,6	36,7	0,54		9060	546		
1101	2 o 30	VIII		rothfleckig	4,76	4,72	4,78	22,5	107,6	55,9	0,52	0,49	10530	468	441	
1104	4 o 30			„	4,09	4,09	4,04	16,7	167,5	33,9	0,50		8080	484		
1107	2 u 30			„	4,19	4,19	4,16	17,6	73,2	34,1	0,47		7318	416		
1110	4 u 30			„	3,54	3,52	3,50	12,5	43,8	19,9	0,45		4960	397		
1112	1 o 75	XII		rothfleckig	4,14	4,14	4,08	17,1	69,8	33,6	0,48	0,49	7860	460	421	
1114	3 o 90			„	3,41	3,41	3,39	11,6	39,3	20,8	0,53		5290	456		
1116	1 u 75			„	4,46	4,46	4,41	19,9	87,8	39,9	0,45		6924	348		

Stamm E: Gefällt am 18. December 1895.

Proben Nr.	Lage in der Scheibe	Entnommen aus: Scheibe Nr.	Probenentnahme	Zustand des Holzes	Abmessungen: Seite a cm	Seite b cm	Höhe h cm	Gedrückte Fläche F qcm	Inhalt der Probe V ccm	Gewicht: Absolutes G g	Raumgewicht g: Einzelwerthe	Raumgewicht g: Im Mittel für den gleichen Zustand	Bruchlast: Gesammt kg	Spannung kg/qcm: Einzelwerthe	Spannung kg/qcm: Im Mittel für den gleichen Zustand	Bemerkungen
280	2 u 65	I	a.	weiß	5,07	5,08	5,10	25,8	131,6	74,1	0,56	0,58	14480	561	591	
287	4 u 60			„	4,98	4,98	4,96	24,8	123,0	74,3	0,60		15380	620		
276	2 0 60			blau	*4,52*	*4,52*	*4,53*	*20,4*	*92,4*	*53,7*	*0,58*	*0,60*	*11720*	*575*	*611*	
284	4 0 60			„	*5,10*	*5,08*	*5,11*	*25,9*	*131,1*	*80,7*	*0,62*		*16724*	*646*		
290	4 0 60	IV		weiß	4,48	4,48	4,51	20,1	90,7	50,4	0,56	0,54	10896	542	545	Etwas rissig.
293	4 u 60			„	4,60	4,59	4,62	21,1	97,5	53,2	0,55		12000	569		Etwas rissig.
299	2 u 45			„	3,99	3,96	3,95	15,8	62,4	31,1	0,50		8288	525		
296	2 0 60			blau	*3,55*	*3,54*	*3,61*	*12,6*	*45,5*	*23,5*	*0,52*	*0,52*	*7360*	*584*	*584*	
302	4 0 60	VIII		weiß	2,98	2,94	3,02	8,8	26,6	13,0	0,49	0,49	5470	622	523	
305	4 u 60			„	2,98	2,98	3,01	8,9	26,8	13,2	0,49		4724	531		
308	2 0 50			„	4,29	4,27	4,28	18,3	78,3	37,3	0,48		8850	484		
311	2 u 50			„	3,68	3,71	3,71	13,7	50,8	25,0	0,49		6220	454		
314	2 0 60	XII		weiß	3,80	3,80	3,81	14,4	54,9	25,3	0,46	0,47	6880	478	463	
316	2 u 45			„	3,19	3,18	3,20	10,1	32,3	14,8	0,46		4940	489		
317	4 0 50			„	3,36	3,32	3,33	11,2	37,3	17,8	0,48		4452	398		
319	4 u 45			„	3,23	3,23	3,23	10,4	33,6	16,4	0,49		5060	487		
884	4 u 60	IV	b.	blau	*3,60*	*3,60*	*3,66*	*13,0*	*47,6*	*24,1*	*0,51*	*0,56*	*6776*	*521*	*560*	
885	2 u 60			„	*3,61*	*3,60*	*3,63*	*13,0*	*47,2*	*28,3*	*0,60*		*7784*	*599*		
890	4 0 25			rothfleckig	3,50	3,50	3,52	12,3	43,3	21,6	0,50	0,50	5430	441	441	
1126	1 u 15	I	c.	weiß	4,00	3,99	4,02	16,0	64,3	32,0	0,50	0,50	6868	429	429	Vereinzelte schwach bläuliche Adern.
1122	2 0 60			blau	*3,93*	*3,92*	*3,97*	*15,4*	*61,1*	*33,1*	*0,54*	*0,57*	*6844*	*444*	*454*	Wurmfraß.
1125	4 0 45			„	*4,71*	*4,73*	*4,71*	*22,3*	*105,0*	*61,7*	*0,59*		*10350*	*464*		Stark kiehnig, hart ausgepreßt.
1135	4 0 45	IV		weiß	4,00	4,01	4,00	16,0	64,0	34,2	0,53	0,53	7248	453	453	
1132	2 0 45			blau	*5,11*	*5,10*	*5,11*	*26,1*	*133,4*	*71,2*	*0,53*	*0,53*	*10420*	*399*	*399*	Stark kiehnig; hart ausgepreßt.
1141	2 0 30	VIII		rothfleckig	3,51	3,48	3,48	12,2	42,5	20,1	0,47	0,46	4704	386	408	
1144	4 0 60			„	2,42	2,40	2,44	5,8	14,2	7,1	0,50		2860	493		
1147	2 u 30			„	4,39	4,36	4,36	19,1	83,3	35,0	0,42		6738	353		
1150	4 u 30			„	3,61	3,60	3,62	13,0	47,1	20,8	0,44		5200	400		
1154	4 0 15	XII		weiß	2,93	2,92	2,97	8,6	25,5	12,5	0,49	0,49	3864	449	449	
1157	2 u 45			rothfleckig	2,68	2,66	2,64	7,1	18,7	8,3	0,44	0,46	2800	450	422	
1159	4 u 15			„	3,19	3,22	3,26	10,3	33,6	15,7	0,47		4636	394		

Stamm F: Gefällt am 18. December 1895.

325	1 u 30	I	a.	weiß	4,59	4,57	4,61	21,0	96,8	60,1	0,62	0,62	13550	645	645	
322	1 0 60			blau	*4,28*	*4,26*	*4,26*	*18,2*	*77,5*	*49,9*	*0,64*		*11230*	*617*		
324	2 0 75			„	*5,40*	*5,40*	*5,40*	*29,2*	*157,7*	*96,8*	*0,61*	*0,64*	*18324*	*628*	*637*	
327	2 u 30			„	*5,21*	*5,21*	*5,20*	*27,1*	*140,9*	*92,6*	*0,66*		*18020*	*665*		
333	1 0 55	IV		weiß	3,58	3,60	3,59	12,9	46,3	26,3	0,57	0,58	8118	629	640	
335	1 u 30			„	4,72	4,72	4,70	22,3	104,8	60,5	0,58		14488	650		
334	2 0 45			blau	*3,90*	*3,86*	*3,92*	*15,1*	*59,2*	*35,8*	*0,60*	*0,62*	*10060*	*666*	*683*	
337	2 u 60			„	*3,87*	*3,88*	*3,96*	*15,0*	*59,4*	*37,4*	*0,63*		*10484*	*699*		
352	1 u 30	VIII		weiß	3,63	3,62	3,63	13,1	47,6	25,2	0,53	0,55	7656	584	603	
354	2 u 60			„	3,80	3,80	3,78	14,4	54,4	30,5	0,56		8960	622		
350	1 0 60			blau	*4,62*	*4,61*	*4,60*	*21,3*	*98,0*	*51,9*	*0,53*	*0,55*	*12260*	*576*	*593*	
351	2 0 60			„	*3,33*	*3,32*	*3,40*	*11,1*	*37,7*	*21,1*	*0,56*		*6770*	*610*		

Proben Nr.	Lage in der Scheibe	Entnommen aus: Scheibe Nr.	Probenentnahme	Zustand des Holzes	Abmessungen: Seite a cm	Seite b cm	Höhe h cm	Gedrückte Fläche F qcm	Inhalt der Probe V ccm	Gewicht: Absolutes G g	Raumgewicht g: Einzelwerthe	Raumgewicht g: Im Mittel für den gleichen Zustand	Bruchlast: Gesammt kg	Spannung kg/qcm: Einzelwerthe	Spannung kg/qcm: Im Mittel für den gleichen Zustand	Bemerkungen
359	1 o 45	XII	a.	blau	*4,09*	*4,08*	*4,12*	*16,7*	*68,8*	*36,9*	*0,54*	*0,54*	*9216*	*552*	*531*	
360	2 o 45			„	*3,75*	*3,73*	*3,77*	*14,0*	*52,8*	*26,8*	*0,51*		*7220*	*516*		
361	1 u 45			„	*3,82*	*3,82*	*3,80*	*14,6*	*55,5*	*30,9*	*0,56*		*7870*	*539*		
362	2 u 45			„	*4,16*	*4,16*	*4,12*	*17,3*	*71,3*	*37,8*	*0,53*		*8918*	*515*		
892	1 u 90	IV	b.	weiß	3,57	3,56	3,61	12,7	45,8	24,7	0,54	—	6380	502	—	
896	2 o 15															
1160	1 o 20	I	c.	blau	*4,12*	*4,12*	*4,11*	*17,0*	*69,9*	*43,9*	*0,63*	*0,61*	*10664*	*627*	*625*	
1162	2 o 0			„	*5,69*	*5,69*	*5,69*	*32,4*	*184,4*	*116,5*	*0,63*		*19248*	*594*		
1166	1 u 20			„	*4,21*	*4,21*	*4,27*	*17,7*	*75,6*	*43,6*	*0,58*		*11600*	*655*		
1165	4 o 15			rothfleckig	4,58	4,58	4,61	21,0	96,8	57,4	0,59		11628	554		
1168	1 u 90			„	4,73	4,72	4,71	22,3	105,0	69,5	0,66	0,63	13332	598	571	
1171	3 u 45			„	4,62	4,62	4,61	21,3	98,2	61,8	0,63		11948	561		
1174	1 o 45	IV		weiß	4,62	4,62	4,72	21,3	100,5	59,2	0,59	0,57	10262	482	466	
1176	2 o 50			„	3,26	3,27	3,33	10,7	35,6	19,7	0,55		4800	449		
1180	1 u 20			blau	*4,40*	*4,39*	*4,40*	*19,3*	*84,9*	*53,2*	*0,63*	*0,63*	*9640*	*499*	*499*	
1182	1 u 90			rothfleckig	3,51	3,51	3,58	12,3	44,0	24,8	0,56	0,56	6884	560	560	
1187	1 o 40	VIII		blau	*3,76*	*3,76*	*3,76*	*14,1*	*53,0*	*28,6*	*0,54*	*0,54*	*7176*	*509*	*541*	
1188	2 o 30			„	*4,01*	*3,99*	*4,04*	*16,0*	*64,6*	*35,3*	*0,55*		*9040*	*565*		
1192	1 u 60			„	*2,84*	*2,84*	*2,86*	*8,1*	*23,2*	*12,3*	*0,53*		*4360*	*538*		
1193	2 u 20			„	*3,94*	*3,92*	*4,01*	*15,4*	*61,8*	*34,0*	*0,55*		*8518*	*553*		
1198	2 o 45	XII		blau	*3,93*	*3,93*	*3,98*	*15,4*	*61,3*	*32,8*	*0,54*	*0,54*	*7040*	*457*	*457*	
1201	1 u 30			rothfleckig	2,90	2,90	2,92	8,4	24,5	10,8	0,44	0,44	3192	380	376	
1203	2 u 15			„	3,43	3,43	3,41	11,8	40,2	17,8	0,44		4384	372		

Stamm G: Gefällt am 30. März 1896.

505	3 o 30	I	a.	weiß	3,92	3,99	3,94	15,6	61,2	33,3	0,54	0,54	8256	529	523	
509	1 o 40			„	3,31	3,36	3,33	11,1	37,0	19,2	0,52		5670	511		
516	3 u 25			„	3,72	3,74	3,80	13,9	51,8	28,6	0,55		7128	512		
520	1 u 40			„	4,00	4,00	3,98	16,0	63,7	33,6	0,53		8616	539		
524	3 o 25	IV		weiß	2,82	2,90	3,00	8,2	24,6	12,6	0,51	0,51	4220	515	513	
526	1 o 50			„	3,20	3,19	3,22	10,2	32,8	16,3	0,50		5246	514		
529	3 u 60			„	3,29	3,29	3,26	10,8	35,2	17,7	0,50		5460	506		
533	1 u 30			„	3,68	3,68	3,69	13,5	49,8	26,0	0,52		6950	515		
538	1 o 60	VIII		weiß	3,12	3,16	3,11	9,9	30,8	15,2	0,49	0,47	4768	482	463	
541	3 u 80			„	1,88	1,90	1,91	3,6	6,9	3,1	0,45		1600	444		
546	3 o 30	XII		weiß	2,01	2,02	2,08	4,1	8,5	3,9	0,46	0,47	1736	423	446	
549	1 o 30			„	2,42	2,44	2,50	5,9	14,8	7,0	0,47		2724	462		
552	3 u 30			„	2,87	2,86	2,99	8,2	24,3	11,1	0,46		3770	460		
555	1 u 30			„	1,84	1,92	1,81	3,5	6,3	3,0	0,48		1532	438		
904	4 o 60	IV	b.	blau	*3,22*	*3,24*	*3,28*	*10,4*	*34,1*	*17,3*	*0,51*	*0,51*	*5100*	*490*	*490*	
902	3 u 80			rothfleckig	2,58	2,54	2,54	6,6	16,8	8,2	0,49	0,49	3036	460	460	
1207	1 o 45	I	c.	rothfleckig	2,94	2,88	3,00	8,5	25,5	11,4	0,45	0,47	2948	347	369	
1211	3 o 40			„	3,54	3,49	3,54	12,4	43,9	20,4	0,46		4208	339		
1215	1 u 45			„	2,96	2,94	2,99	8,7	26,0	12,4	0,48		3380	389		
1219	3 u 45			„	3,70	3,68	3,76	13,6	51,1	25,8	0,50		5420	399		

Proben Nr.	Lage in der Scheibe	Entnommen aus: Scheibe Nr.	Probenentnahme	Zustand des Holzes	Abmessungen: Seite a cm	Seite b cm	Höhe h cm	Gedrückte Fläche F qcm	Inhalt der Probe V ccm	Gewicht: Absolutes G g	Raumgewicht γ: Einzelwerthe	Raumgewicht γ: Im Mittel für den gleichen Zustand	Bruchlast: Gesammt kg	Spannung kg/qcm: Einzelwerthe	Spannung kg/qcm: Im Mittel für den gleichen Zustand	Bemerkungen
1223	1 o 45	IV	c.	rothfleckig	3,00	3,01	3,08	9,0	27,7	11,7	0,42	0,45	3278	364	388	
1227	3 o 45			„	2,92	2,93	3,08	8,7	26,8	11,8	0,44		3278	377		
1234	3 u 60			„	2,67	2,66	2,62	7,1	18,6	9,2	0,49		3000	423		
1238	1 o 70	VIII		rothfleckig	2,31	2,28	2,31	5,3	12,2	5,3	0,43	0,45	1960	370	384	
1241	3 o 70			„	2,39	2,41	2,42	5,8	14,0	6,2	0,44		2180	376		
1244	1 u 60			„	2,08	2,08	2,11	4,3	9,1	4,1	0,45		1620	377		
1247	3 u 45			„	2,78	2,74	2,82	7,6	21,4	10,0	0,47		3148	414		
1250	1 o 70	XII		weiß	2,71	2,71	2,74	7,3	20,0	10,0	0,50	0,47	3168	434	415	
1252	3 o 60			„	2,48	2,46	2,52	6,1	15,4	6,8	0,44		2408	395		
1256	3 u 70			blau	*2,39*	*2,39*	*2,46*	*5,7*	*14,0*	*6,7*	*0,48*	*0,48*	*2448*	*429*	*429*	
Stamm H: Gefällt am 30. März 1896.																
558	3 o 75	I	a.	weiß	2,45	2,52	2,52	6,2	15,6	8,7	0,56	0,55	3140	506	500	Starke Rißbildung.
562	1 o 75			„	3,71	3,73	3,86	13,8	53,5	28,9	0,54		6916	501		
567	3 u 20			„	4,45	4,43	4,44	19,7	87,5	48,3	0,55		10296	522		
571	1 u 25			„	5,04	5,04	5,02	25,4	12,8	68,5	0,54		11966	471		
578	1 o 30	IV		weiß	3,81	3,83	3,84	14,6	46,1	28,7	0,51	0,52	7360	504	488	
581	3 u 30			„	3,56	3,52	3,52	12,5	44,0	23,2	0,53		6106	488		
584	1 u 35			„	3,68	3,64	3,68	13,4	49,3	25,8	0,52		6328	472		
575	2 u 20			blau	*3,80*	*3,90*	*3,84*	*14,8*	*56,8*	*28,5*	*0,50*	*0,50*	*6988*	*472*	*472*	
588	3 o 30	VIII		weiß	2,81	2,81	2,77	7,9	21,9	11,0	0,50	0,51	3706	469	474	
592	1 o 20			„	3,41	3,41	3,42	11,6	39,7	20,6	0,52		5640	486		
596	3 u 25			„	3,10	3,09	3,11	9,6	29,9	15,4	0,52		4478	466		
602	3 o 30	XII		weiß	2,92	2,94	2,91	8,6	25,0	12,0	0,48	0,50	3980	463	463	
606	1 o 25			„	3,67	3,63	3,66	13,3	48,7	25,3	0,52		6500	489		
609	3 u 30			„	2,95	3,00	3,08	8,9	27,4	13,7	0,50		3888	437		
612	1 u 30			„	3,24	3,30	3,36	10,7	36,0	17,1	0,48		4948	462		
909	2 u 75	IV	b	blau	*3,31*	*3,27*	*3,32*	*10,8*	*35,9*	*19,4*	*0,54*	*0,55*	*5724*	*530*	*519*	Etwas riffig.
913	2 o 80			„	*3,59*	*3,55*	*3,58*	*12,7*	*45,3*	*25,3*	*0,56*		*6440*	*507*		
1259	1 o 75	I	c.	weiß	5,26	5,28	5,29	27,8	147,1	69,7	0,47	0,47	10966	394	394	
1261	3 o 45			blau	*3,86*	*3,82*	*3,85*	*14,7*	*56,6*	*30,5*	*0,54*	*0,54*	*7100*	*483*	*483*	
1258	1 o 30			rothfleckig	5,47	5,46	5,44	29,9	162,7	81,0	0,50	0,52	12248	410	422	
1267	3 u 30			„	5,17	5,16	5,14	26,7	137,2	72,7	0,53		11570	433		
1270	1 o 45	IV		weiß	4,56	4,52	4,58	20,6	94,3	49,4	0,52	0,52	9178	446	449	
1273	3 o 75			„	2,57	2,54	2,61	6,5	17,0	8,0	0,47		2780	428		
1277	1 u 60			„	4,23	4,24	4,29	17,9	76,8	43,1	0,56		8288	463		
1279	3 u 30			„	2,82	2,81	2,83	7,9	22,3	11,6	0,52		3636	460		
1276	1 u 25			blau	*4,57*	*4,53*	*4,57*	*20,7*	*94,6*	*52,8*	*0,56*	*0,56*	*9840*	*475*	*475*	Etwas kiehnig.
1282	1 o 60	VIII		weiß	3,82	3,81	3,80	14,6	55,5	26,6	0,48	0,52	5820	399	437	
1285	3 o 60			„	2,20	2,14	2,16	4,7	10,2	5,0	0,49		2170	462		
1288	1 u 60			„	3,62	3,60	3,61	13,0	46,9	25,2	0,54		5956	458		
1291	3 u 60			„	3,36	3,43	3,41	11,5	39,2	21,4	0,55		4920	428		
1296	3 o 75	XII		weiß	3,50	3,51	3,48	12,3	42,8	18,8	0,44	0,45	4080	332	352	
1300	3 u 75			„	3,11	3,10	3,12	9,6	30,0	13,4	0,45		3562	371		
1294	1 o 60			rothfleckig	3,40	3,41	3,40	11,6	39,5	17,8	0,45	0,44	4050	349	341	
1298	1 u 75			„	3,28	3,22	3,26	10,6	34,6	14,6	0,42		3518	332		

Stamm J: Gefällt am 30. März 1896.

Proben Nr.	Lage in der Scheibe	Entnommen aus: Scheibe Nr.	Probeentnahme	Zustand des Holzes	Abmessungen: Seite a cm	Seite b cm	Höhe h cm	Gedrückte Fläche F qcm	Inhalt der Probe V ccm	Gewicht: Absolutes G g	Raumgewicht g: Einzelwerthe	Raumgewicht g: Im Mittel für den gleichen Zustand	Bruchlast: Gesammt kg	Spannung kg/qcm: Einzelwerthe	Spannung kg/qcm: Im Mittel für den gleichen Zustand	Bemerkungen
617	3 o 20	I	a.	weiß	3,78	3,79	3,81	14,3	54,5	35,9	0,66	0,62	8446	590	561	
621	1 o 50			„	3,30	3,30	3,41	10,9	37,2	21,8	0,59		6020	552		
626	3 u 45			„	3,16	3,14	3,16	9,9	31,3	18,9	0,60		6042	610		
631	1 u 60			„	5,21	5,23	5,29	27,2	143,9	87,5	0,61		13400	493		
635	3 o 70	IV		weiß	3,52	3,47	3,41	12,2	41,6	22,6	0,54	0,55	6288	515	536	
640	1 o 30			„	3,72	3,73	3,72	13,9	51,7	28,2	0,55		7756	558		
643	3 u 65			„	3,36	3,36	3,34	11,3	37,7	20,5	0,54		5700	504		
647	1 u 65			„	3,14	3,14	3,18	9,9	31,5	17,5	0,56		5600	566		
651	3 o 70	VIII		weiß	3,32	3,30	3,41	11,0	37,5	17,8	0,47	0,49	4988	454	478	
655	1 o 70			„	3,51	3,52	3,50	12,4	43,4	22,6	0,52		6340	511		
659	3 u 65			„	3,43	3,41	3,38	11,7	39,5	18,7	0,47		5080	435		
664	1 u 20			„	3,64	3,61	3,66	13,1	47,9	23,0	0,50		6724	513		
668	3 o 20	XII		weiß	3,16	3,13	3,09	9,9	30,6	13,8	0,45	0,45	4320	436	442	
671	1 o 75			„	3,19	3,24	3,21	10,3	33,1	14,8	0,45		4560	448		
675	3 u 65			„	4,10	4,11	4,11	16,9	69,5	32,0	0,46		7780	460		
680	1 u 25			„	3,02	3,02	3,02	9,1	27,2	12,0	0,44		3896	428		
918	3 u 30	IV	b.	weiß	3,84	3,88	3,81	14,9	56,8	29,9	0,53	0,53	7584	509	519	
919	1 o 15			„	3,26	3,28	3,24	10,7	34,7	19,7	0,57		5746	537		
921	3 o 65			„	2,40	2,31	2,38	5,5	13,1	6,5	0,50		2808	511		
1302	1 o 60	I	c.	weiß	3,70	3,70	3,66	13,7	50,1	29,7	0,59	0,59	6856	500	505	
1308	1 u 60			„	3,60	3,51	3,63	12,6	45,7	26,7	0,58		6424	510		
1305	3 o 20			blau	*3,78*	*3,78*	*3,74*	*14,3*	*53,5*	*32,1*	*0,60*	*0,60*	*8236*	*576*	*550*	
1312	4 u 20			„	*4,06*	*4,01*	*3,99*	*16,3*	*65,0*	*38,2*	*0,59*		*8526*	*523*		
1323	3 u 80	IV		weiß	3,69	3,66	3,68	13,5	49,7	25,3	0,51	0,51	6188	458	458	
1314	1 o 50			rothfleckig	3,97	3,90	3,88	15,5	60,1	30,4	0,51		7284	469		
1317	2 o 90			„	4,10	4,07	4,08	16,7	68,1	36,0	0,53	0,51	8044	481	460	
1320	1 u 60			„	3,71	3,69	3,72	13,7	51,0	24,7	0,48		5892	430		
1332	1 u 70	VIII		weiß	3,50	3,50	3,56	12,3	43,8	18,5	0,42	0,42	4542	369	369	Etwas klebnig; Harz stark ausgepreßt.
1330	3 o 75			blau	*4,01*	*3,98*	*3,96*	*16,0*	*63,4*	*31,3*	*0,49*	*0,49*	*6350*	*397*	*397*	
1344	1 u 60	XII		weiß	3,72	3,68	3,72	13,7	51,0	25,2	0,49	0,49	5864	428	428	
1341	3 o 15			blau	*3,28*	*3,23*	*3,28*	*10,6*	*34,8*	*15,2*	*0,44*	*0,44*	*3938*	*372*	*372*	
1348	3 u 75			rothfleckig	3,16	3,13	3,18	9,9	31,5	17,1	0,54	0,54	4264	431	431	

Stamm K: Gefällt am 29. Juni 1896.

685	1 o 20	I	a.	weiß	3,32	3,35	3,34	11,1	37,1	21,1	0,57	0,57	6368	574	563	
691	3 u 60			„	3,90	3,94	3,95	15,4	60,8	34,4	0,57		8508	552		
684	3 o 40			blau	*4,30*	*4,40*	*4,42*	*18,9*	*83,5*	*46,0*	*0,55*		*9984*	*528*		
695	1 u 90			„	*3,38*	*3,39*	*3,50*	*11,5*	*40,3*	*21,2*	*0,53*	*0,54*	*6128*	*533*	*543*	
696	2 u 45			„	*3,73*	*3,70*	*3,79*	*13,8*	*52,3*	*28,7*	*0,55*		*7848*	*569*		
698	3 o 45	IV		weiß	3,81	3,82	3,96	14,6	57,8	32,3	0,56	0,55	7730	529	539	
704	1 u 15			„	3,28	3,22	3,32	10,6	35,2	18,8	0,53		5804	548		
699	1 o 45			blau	*3,48*	*3,51*	*3,58*	*12,2*	*43,7*	*25,8*	*0,59*	*0,58*	*6624*	*543*	*563*	
703	3 u 50			„	*4,00*	*3,93*	*3,99*	*15,7*	*62,6*	*35,7*	*0,57*		*9160*	*583*		
709	3 o 35	VIII		weiß	3,54	3,64	3,69	12,9	47,6	25,5	0,54	0,54	6800	527	527	
717	3 u 30			blau	*3,40*	*3,40*	*3,38*	*11,6*	*39,2*	*20,1*	*0,51*	*0,52*	*5834*	*503*	*523*	
718	1 u 20			„	*3,08*	*3,14*	*3,11*	*9,7*	*30,2*	*15,7*	*0,52*		*5266*	*543*		

Proben Nr.	Lage in der Scheibe	Entnommen aus: Scheibe Nr.	Probenentnahme	Zustand des Holzes	Abmessungen: Seite a cm	Seite b cm	Höhe h cm	Gedrückte Fläche F qcm	Inhalt der Probe V ccm	Gewicht: Absolutes G g	Raumgewicht g: Einzelwerthe	Raumgewicht g: Im Mittel für den gleichen Zustand	Bruchlast: Gesammt kg	Spannung kg/qcm: Einzelwerthe	Spannung kg/qcm: Im Mittel für den gleichen Zustand	Bemerkungen
725	1 o 25	XII	a.	weiß	2,98	3,02	3,01	9,0	27,1	12,2	0,45	0,45	3940	438	447	
731	1 u 20			„	2,70	2,70	2,76	7,3	20,1	9,1	0,45		3328	455		
724	3 o 30			blau	*2,96*	*2,99*	*2,96*	*8,9*	*26,3*	*12,2*	*0,46*	*0,47*	*4146*	*466*	*459*	
730	3 u 50			„	*3,02*	*3,04*	*2,98*	*9,2*	*27,4*	*13,0*	*0,47*		*4160*	*452*		
928	1 o 90	IV	b.	blau	*3,82*	*3,81*	*3,71*	*14,5*	*53,8*	*30,2*	*0,56*	*0,57*	*7408*	*511*	*518*	
924	1 u 80			„	*3,21*	*3,21*	*3,22*	*10,3*	*33,2*	*18,8*	*0,57*		*5394*	*524*		
1355	4 o 60	I	c.	weiß	4,50	4,52	4,40	20,3	89,3	49,4	0,55	0,55	10458	515	513	
1359	3 u 75			„	4,47	4,41	4,48	19,7	88,3	48,4	0,55		10048	510		
1350	1 o 75			rothfleckig	4,21	4,21	4,26	17,7	75,4	44,4	0,59		8700	492		
1353	3 o 45			„	4,17	4,20	4,19	17,5	73,3	42,8	0,58	0,57	9700	554	506	
1356	1 u 60			„	4,54	4,50	4,48	20,4	91,4	49,1	0,54		9600	471		
1365	3 o 45	IV		weiß	3,30	3,22	3,28	10,6	34,8	19,4	0,56	0,56	5766	544	544	
1362	1 o 75			blau	*3,88*	*3,85*	*3,88*	*14,9*	*57,8*	*30,6*	*0,53*		*7424*	*498*		
1368	1 u 75			„	*3,23*	*3,20*	*3,25*	*10,3*	*33,5*	*18,0*	*0,54*	*0,54*	*5160*	*501*	*517*	
1370	3 u 85			„	*3,76*	*3,76*	*3,81*	*14,1*	*53,7*	*30,3*	*0,56*		*7772*	*551*		
1374	2 o 80	VIII		weiß	3,56	3,50	3,54	12,5	44,3	[22,0]	[0,50]	[0,51]	5964	477	451	
1378	1 u 30			„	3,40	3,39	3,40	11,5	39,1	19,7	0,50		5144	447		
1382	3 u 60			„	3,82	3,79	3,80	14,5	55,1	[29,0]	[0,53]		6220	429		
1384	2 o 0	XII		weiß	2,50	2,49	2,47	6,2	15,3	6,9	0,45	0,46	2500	403	471	
1388	1 u 60			„	1,72	1,68	1,68	2,9	4,9	2,4	0,49		1738	598		
1390	3 u 15			„	2,74	2,71	2,71	7,4	20,1	9,0	0,45		3058	413		
1386	3 o 50			blau	*3,13*	*3,08*	*3,08*	*9,6*	*29,6*	*13,4*	*0,45*	*0,45*	*3890*	*405*	*405*	
Stamm L: Gefällt am 29. Juni 1896.																
737	3 o 25	I	a.	weiß	3,14	3,09	3,20	9,7	31,0	17,8	0,57	0,57	4960	511	527	
739	1 o 45			„	3,46	3,43	3,51	11,9	41,8	23,8	0,57		6148	517		
746	3 u 50			„	3,30	3,36	3,51	11,1	39,0	22,2	0,57		6140	553		
748	1 u 15			blau	*3,36*	*3,46*	*3,44*	*11,6*	*39,9*	*22,2*	*0,56*	*0,56*	*6130*	*528*	*519*	
749				„	*3,42*	*3,41*	*3,51*	*11,7*	*41,1*	*22,7*	*0,55*		*5960*	*511*		
755	3 o 35	IV		weiß	2,88	2,80	2,80	8,1	22,7	11,7	0,52	0,53	4130	510	523	
758	1 o 45			„	2,98	2,87	2,85	8,6	24,5	12,5	0,51		4360	507		
765	3 u 45			„	3,23	3,10	3,18	10,0	31,8	18,0	0,57		5480	548		
768	1 u 45			„	2,90	3,02	3,00	8,8	26,4	13,7	0,52		4640	527		
775	3 o 20	VIII		weiß	2,50	2,52	2,60	6,3	16,4	8,1	0,49	0,50	3208	509	498	
777	1 o 60			„	3,01	3,10	3,26	9,3	30,3	15,4	0,51		4756	511		
784	1 u 20			„	2,54	2,50	2,52	6,4	16,1	7,9	0,49		3034	474		
782	3 u 60			blau	*2,86*	*2,84*	*2,90*	*8,1*	*23,5*	*12,5*	*0,53*	*0,53*	*3706*	*458*	*458*	
790	3 o 30	XII		weiß	2,58	2,66	2,64	6,9	18,2	8,6	0,47	0,47	3136	454	449	
791	1 o 25			„	2,38	2,44	2,41	5,8	14,0	6,5	0,46		2572	443		
932	1 u 70	IV	b.	blau	*3,00*	*2,99*	*3,00*	*9,0*	*27,0*	*14,5*	*0,54*	*0,53*	*4608*	*512*	*518*	
933	4 u 0			„	*2,28*	*2,28*	*2,28*	*5,2*	*11,9*	*6,0*	*0,50*		*2738*	*526*		
936	1 o 75			„	*3,18*	*3,12*	*3,20*	*9,9*	*31,7*	*17,7*	*0,56*		*5108*	*516*		
938	3 o 60			rothfleckig	2,62	2,66	2,64	7,0	18,5	9,4	0,51	0,51	3470	496	496	
1395	3 o 60	I	c.	blau	*3,76*	*3,73*	*3,73*	*14,1*	*52,6*	*31,0*	*0,59*	*0,58*	*7550*	*535*	*537*	
1401	3 u 45			„	*4,11*	*4,10*	*4,03*	*16,9*	*68,1*	*38,7*	*0,57*		*9104*	*539*		
1404	1 o 60	IV		blau	*3,21*	*3,12*	*3,19*	*10,0*	*31,9*	*16,6*	*0,52*	*0,54*	*4578*	*458*	*483*	
1407	3 o 50			„	*3,89*	*3,87*	*3,85*	*15,1*	*58,1*	*31,4*	*0,54*		*7182*	*476*		
1414	3 u 20			„	*3,20*	*3,16*	*3,17*	*10,1*	*32,0*	*17,7*	*0,55*		*5188*	*514*		
1410	1 u 20			rothfleckig	2,80	2,78	2,80	7,8	21,8	11,3	0,52	0,52	3520	451	451	

Proben Nr.	Lage in der Scheibe	Entnommen aus: Scheibe Nr.	Probenentnahme	Zustand des Holzes	Abmessungen: Seite a cm	Seite b cm	Höhe h cm	Gedrückte Fläche F qcm	Inhalt der Probe V ccm	Gewicht: Absolutes G g	Raumgewicht g: Einzelwerthe	Raumgewicht g: Im Mittel für den gleichen Zustand	Bruchlast: Gesammt kg	Spannung kg/qcm: Einzelwerthe	Spannung kg/qcm: Im Mittel für den gleichen Zustand	Bemerkungen
1425	3 u 45	VIII		weiß	3,16	3,10	3,14	9,8	30,8	16,6	0,54	0,54	4528	462	462	
1422	1 u 75			blau	*2,78*	*2,78*	*2,74*	*7,7*	*21,1*	*10,0*	*0,47*	*0,47*	*3260*	*423*	*423*	
1428	1 o 75	XII	c.	weiß	2,86	2,86	2,84	8,2	23,3	10,8	0,46	0,46	3578	436	436	
1430	3 o 60			blau	*2,54*	*2,56*	*2,58*	*6,5*	*16,8*	*8,6*	*0,51*		*3064*	*471*		
1432	2 u 15			„	*2,56*	*2,54*	*2,54*	*6,5*	*16,5*	*8,8*	*0,53*	*0,52*	*2756*	*423*	*454*	
1434	3 u 15			„	*2,58*	*2,53*	*2,53*	*6,5*	*16,4*	*8,6*	*0,52*		*3048*	*469*		
Stamm M: Gefällt am 29. Juni 1896.																
806	1 o 65	I	a.	weiß	4,82	4,64	4,84	22,4	108,4	57,1	0,53		11228	501		
811	3 u 45			„	4,20	4,18	4,30	17,6	75,7	39,4	0,52	0,52	8780	499	496	
813	1 u 30			„	3,40	3,38	3,41	11,5	39,2	20,1	0,51		5604	487		
804	3 o 15			blau	*4,06*	*4,10*	*4,17*	*16,6*	*69,2*	*36,2*	*0,52*	*0,52*	*8244*	*496*	*494*	
815	2 u 30			„	*3,91*	*3,90*	*3,92*	*15,2*	*59,6*	*30,7*	*0,53*		*7467*	*491*		
822	1 o 45	IV		weiß	3,46	3,38	3,42	11,7	40,0	20,9	0,52	0,51	5676	485	475	
829	3 u 25			„	3,82	3,75	3,74	14,3	53,5	26,0	0,49		6652	465		
820	3 o 30			blau	*3,72*	*3,68*	*3,68*	*13,7*	*50,0*	*27,4*	*0,55*	*0,53*	*6840*	*499*	*491*	
830	1 u 25			„	*3,60*	*3,60*	*3,50*	*13,0*	*45,5*	*22,6*	*0,50*		*6270*	*482*		
834	3 o 90	VIII		weiß	3,51	3,51	3,51	12,3	43,2	21,7	0,50		6100	496		
835	1 o 50			„	3,10	3,18	3,15	9,9	31,2	15,9	0,51	0,48	4756	480	482	
839	1 u 30			„	3,44	3,41	3,56	11,7	41,7	18,5	0,44		5484	469		
838	3 u 25			blau	*3,32*	*3,32*	*3,31*	*11,0*	*36,4*	*17,8*	*0,49*	*0,49*	*5630*	*512*	*512*	
843	3 o 30	XII		weiß	2,02	2,06	2,00	4,2	8,4	3,9	0,46		1760	419		
844	1 o 30			„	3,55	3,47	3,40	12,3	41,8	19,7	0,47	0,47	5392	438	440	
849	3 u 25			„	3,29	3,30	3,29	10,9	35,9	16,8	0,47		5060	464		
850	1 u 25			blau	*2,88*	*2,88*	*2,90*	*8,3*	*24,1*	*10,8*	*0,45*	*0,45*	*3520*	*424*	*424*	
941	4 o 45	IV	b.	weiß	3,12	3,12	3,16	9,7	30,7	16,2	0,53	0,53	4684	483	485	
946	4 u 15			„	3,60	3,59	3,60	12,9	46,4	24,3	0,52		6280	487		
941	4 o 45			blau	*3,16*	*3,16*	*3,17*	*10,0*	*31,7*	*16,5*	*0,52*		*4820*	*482*		
946	4 u 15			„	*3,59*	*3,58*	*3,60*	*12,9*	*46,4*	*24,1*	*0,53*	*0,51*	*6066*	*470*	*476*	
940	2 o 30			„	*3,16*	*3,14*	*3,19*	*9,9*	*31,6*	*15,7*	*0,50*		*4720*	*477*		
1436	1 o 90	I	c.	blau	*4,22*	*4,22*	*4,22*	*17,8*	*75,1*	*36,9*	*0,49*		*8340*	*469*		
1440	1 u 90			„	*4,23*	*4,22*	*4,30*	*17,9*	*77,0*	*38,8*	*0,50*	*0,51*	*7832*	*438*	*453*	
1442	3 u 85			„	*4,53*	*4,52*	*4,56*	*20,5*	*93,5*	*49,6*	*0,53*		*9264*	*452*		
1438	3 o 85			rothfleckig	4,58	4,53	4,56	20,7	94,4	49,8	0,53	0,53	9712	469	469	
1444	1 o 30	IV		weiß	2,62	2,62	2,62	6,9	18,1	8,6	0,48	0,48	2700	391	418	
1447	3 o 45			„	3,09	3,10	3,09	9,6	29,8	14,3	0,48		4260	444		
1450	1 u 30			rothfleckig	3,26	3,22	3,24	10,5	34,0	16,3	0,48	0,48	4400	419	414	
1453	3 u 30			„	3,26	3,25	3,22	10,6	34,1	16,2	0,48		4330	408		
1456	1 o 30	VIII		weiß	2,99	2,93	3,00	8,8	26,4	12,1	0,46		3760	427		
1460	3 o 60			„	2,96	2,98	3,00	8,8	26,4	13,0	0,49	0,48	4076	463	454	
1462	1 u 30			„	3,02	3,06	3,09	9,2	28,4	13,9	0,49		4338	472		
1463	1 u 75			rothfleckig	3,03	3,03	3,06	9,2	28,2	14,0	0,50	0,50	4438	482	470	
1466	3 u 45			„	3,21	3,20	3,24	10,3	33,4	16,6	0,50		4710	457		
1468	1 o 90	XII		weiß	2,93	2,93	2,97	8,6	25,5	11,9	0,47	0,47	3348	389	412	
1470	3 o 30			„	2,63	2,61	2,60	6,9	17,9	8,2	0,46		3000	435		
1472	1 u 30			rothfleckig	2,41	2,39	2,41	5,8	14,0	6,6	0,47		2346	404		
1474	2 u 30			„	3,06	3,06	3,06	9,4	28,8	13,2	0,46	0,46	3730	397	403	
1476	3 u 50			„	3,18	3,10	3,11	9,9	30,8	14,0	0,45		4050	409		

Tabelle 4. Mittelwerthe aus den Druckversuchen.

Stämme A, B und C. Gefällt am 12. September 1895.

Zustand des Holzes bei Prüfung				weiß				blau				rothfleckig			
				Raumgewicht g		Druckfestigkeit kg/qcm		Raumgewicht g		Druckfestigkeit kg/qcm		Raumgewicht g		Druckfestigkeit kg/qcm	
Tag der Probenentnahme	Dauer des Lagerns im Walde Tage	Stamm Zeichen	Scheibe Nr.	Einzelwerthe	Mittel	Einzelwerthe	Mittel	Einzelwerthe	Mittel	Einzelwerthe	Mittel	Einzelwerthe	Mittel	Einzelwerthe	Mittel
12./IX. 1895	0	A	I	0,55	0,53	427	461	[0,59]	0,57	[532]	528	—	—	—	—
		B		[0,53]		[480]		0,56		533		—		—	
		C		[0,52]		[476]		0,55		520		—		—	
		A	IV	[0,51]	0,51	[444]	470	0,52	0,53	484	510	—	—	—	—
		B		0,52		474		0,54		514		—		—	
		C		[0,51]		[491]		0,54		533		—		—	
		A	VIII	—	[0,47]	—	[448]	0,57	0,49	443	447	—	—	—	—
		B		0,47		448		0,49		453		—		—	
		C		—		—		0,50		446		—		—	
		A	XII	[0,47]	0,47	[458]	440	0,45	0,47	390	428	—	—	—	—
		B		0,48		448		0,47		448		—		—	
		C		[0,47]		[413]		0,48		446		—		—	
5./IX. 1896	359	A	IV	[0,50]	[0,51]	[425]	[440]	0,52	0,54	480	480	—	—	—	—
		B		—		—		0,56		493		—		—	
		C		[0,51]		[454]		0,53		466		—		—	
23./IV. 1897	589	A	I	—	0,56	—	459	0,60	0,57	477	479	[0,52]	[0,52]	[360]	[360]
		B		0,56		477		0,57		495		—		—	
		C		0,56		441		0,55		465		—		—	
		A	IV	0,52	0,52	397	426	—	0,52	—	416	0,52	0,52	440	440
		B		0,50		402		0,50		380		—		—	
		C		[0,53]		[478]		0,53		452		—		—	
		A	VIII	0,47	0,48	403	406	0,46	0,46	384	384	—	0,47	—	365
		B		—		—		—		—		0,47		365	
		C		0,48		408		—		—		—		—	
		A	XII	0,44	0,44	364	352	—	—	—	—	—	0,46	—	341
		B		0,42		309		—		—		0,43		331	
		C		0,47		384		—		—		[0,49]		[351]	

Stämme D, E und F: Gefällt am 18. December 1895.

18./XII. 1895	0	D	I	0,62	0,61	627	621	—	0,62	—	624	—	—	—	—
		E		0,58		591		0,60		611		—		—	
		F		[0,62]		[645]		0,64		637		—		—	
		D	IV	0,55	0,56	574	586	—	[0,57]	—	[634]	—	—	—	—
		E		0,54		545		[0,52]		[584]		—		—	
		F		0,58		640		0,62		683		—		—	
		D	VIII	0,53	0,52	538	555	—	[0,55]	—	[598]	[0,54]	[0,54]	[555]	[555]
		E		0,49		523		—		—		—		—	
		F		0,55		603		0,55		593		—		—	
		D	XII	0,52	0,50	533	498	—	[0,54]	—	[531]	—	—	—	—
		E		0,47		463		—		—		—		—	
		F		—		—		0,54		531		—		—	

Zustand des Holzes bei Prüfung				weiß				blau				rothfleckig			
				Raumgewicht g		Druckfestigkeit kg/qcm		Raumgewicht g		Druckfestigkeit kg/qcm		Raumgewicht g		Druckfestigkeit kg/qcm	
Tag der Probenentnahme	Dauer des Lagerns im Walde Tage	Stamm-Zeichen	Scheibe Nr.	Einzelwerthe	Mittel	Einzelwerthe	Mittel	Einzelwerthe	Mittel	Einzelwerthe	Mittel	Einzelwerthe	Mittel	Einzelwerthe	Mittel
5./IX. 1896	262	D	IV	—		—		[0,53]		[534]		0,55		542	
		E		—	[0,54]	—	[502]	0,56	0,55	560	547	[0,50]	[0,53]	[441]	[492]
		F		[0,54]		[502]		—		—		—		—	
23./IV. 1897	492	D	I	0,58		540		—		—		—		—	
		E		[0,50]	[0,54]	[429]	[485]	0,57	[0,59]	454	[540]	—	[0,63]	—	[571]
		F		—		—		0,61		625		0,63		571	
		D	IV	0,52		472		—		—		0,54		537	
		E		[0,53]	0,54	[453]	464	[0,53]	0,58	[399]	449	—	0,55	—	549
		F		0,57		466		[0,63]		[499]		[0,56]		[560]	
		D	VIII	—		—		—		—		0,49		441	
		E		—	—	—	—	—	[0,54]	—	[541]	0,46	0,48	408	425
		F		—		—		0,54		541		—		—	
		D	XII	—		—		—		—		0,49		421	
		E		[0,49]	[0,49]	[449]	[449]	—	[0,54]	—	[457]	0,46	0,46	422	406
		F		—		—		[0,54]		[457]		0,44		376	

Stämme G, H und J: Gefällt am 30. März 1896.

30./III. 1896	0	G	I	0,54		523		—		—		—		—	
		H		0,55	0,57	500	528	—	—	—	—	—	—	—	—
		J		0,62		561		—		—		—		—	
		G	IV	0,51		513		—		—		—		—	
		H		0,52	0,53	488	512	[0,50]	[0,50]	[472]	[472]	—	—	—	—
		J		0,55		536		—		—		—		—	
		G	VIII	0,47		463		—		—		—		—	
		H		0,51	0,49	474	472	—	—	—	—	—	—	—	—
		J		0,49		478		—		—		—		—	
		G	XII	0,47		446		—		—		—		—	
		H		0,50	0,47	463	450	—	—	—	—	—	—	—	—
		J		0,45		442		—		—		—		—	
5./IX. 1896	159	G	IV	—		—		[0,51]		[490]		[0,49]		[460]	
		H		—	[0,53]	—	[519]	0,55	0,53	519	505	—	[0,49]	—	[460]
		J		0,53		519		—		—		—		—	
23./IV. 1897	389	G	I	—		—		—		—		0,47		369	
		H		[0,47]	[0,53]	[394]	[450]	[0,54]	0,57	[483]	517	0,52	0,50	422	396
		J		0,59		505		0,60		550		—		—	
		G	IV	—		—		—		—		0,45		388	
		H		0,52	0,52	449	454	[0,56]	[0,56]	[475]	[475]	—	0,48	—	424
		J		[0,51]		[458]		—		—		0,51		460	
		G	VIII	—		—		—		—		0,45		384	
		H		0,52	0,47	437	403	—	[0,49]	—	[397]	—	[0,45]	—	[384]
		J		[0,42]		[369]		[0,49]		[397]		—		—	
		G	XII	0,47		415		[0,48]		[429]		—		—	
		H		0,45	0,47	352	398	—	[0,46]	—	[401]	0,44	0,49	341	386
		J		[0,49]		[428]		[0,44]		[372]		[0,54]		[431]	

Stämme K, L und M: Gefällt am 29. Juni 1896.

Zustand des Holzes bei Prüfung				weiß				blau				rothfleckig			
				Raumgewicht g		Druckfestigkeit kg/qcm		Raumgewicht g		Druckfestigkeit kg/qcm		Raumgewicht g		Druckfestigkeit kg/qcm	
Tag der Probenentnahme	Dauer des Lagerns im Walde Tage	Stamm Zeichen	Scheibe Nr.	Einzelwerthe	Mittel	Einzelwerthe	Mittel	Einzelwerthe	Mittel	Einzelwerthe	Mittel	Einzelwerthe	Mittel	Einzelwerthe	Mittel
29./VI. 1896	0	K	I	0,57	0,55	563	529	0,54	0,54	543	519	—	—	—	—
		L		0,57		527		0,56		519		—		—	
		M		0,52		496		0,52		494		—		—	
		K	IV	0,55	0,53	539	512	0,58	0,55	563	527	—	—	—	—
		L		0,53		528		—		—		—		—	
		M		0,51		475		0,53		491		—		—	
		K	VIII	[0,54	0,51	[527]	502	0,52	0,51	523	498	—	—	—	—
		L		0,50		498		[0,53]		[458]		—		—	
		M		0,48		482		[0,49]		[512]		—		—	
		K	XII	0,45	0,46	447	445	0,47	0,46	459	442	—	—	—	—
		L		0,47		449		—		—		—		—	
		M		0,47		440		[0,45]		[424]		—		—	
5./IX. 1896	68	K	IV	—	[0,53]	—	[485]	0,57	0,54	518	504	—	[0,51]	—	[496]
		L		—		—		0,53		518		[0,51]		[496]	
		M		0,53		485		0,51		476		—		—	
23./IV. 1897	298	K	I	0,55	[0,55]	518	[513]	—	0,55	—	495	0,57	0,55	506	488
		L		—		—		0,58		537		—		—	
		M		—		—		0,51		453		[0,53]		[469]	
		K	IV	[0,56]	[0,52]	[544]	[481]	0,54	0,54	517	500	—	0,50	—	433
		L		—		—		0,54		483		[0,52]		[451]	
		M		0,48		418		—		—		0,48		414	
		K	VIII	0,51	0,51	451	456	—	[0,47]	—	[423]	—	[0,50]	—	[470]
		L		[0,54]		[462]		[0,47]		[423]		—		—	
		M		0,48		454		—		—		0,50		470	
		K	XII	0,46	0,46	471	440	[0,45]	0,49	[405]	430	—	[0,46]	—	[403]
		L		[0,46]		[436]		0,52		454		—		—	
		M		0,47		412		—		—		0,46		403	

Das Verhältniß der Festigkeit des blauen Holzes zum weißen gleicher Gewinnung (Tab. 5) schwankt zwischen 94 und 115% für das trocken aufbewahrte und zwischen 93 und 115% für das im Walde gelagerte Holz; die Mittelwerthe für alle Proben betragen 102 und 100,5%.

Die Schaulinien für das Raumgewicht (s. Fig. 7) liegen für das blaue Holz meistens höher als diejenigen für das weiße.

Hiernach scheint das Blauwerden eine geringe Zunahme des Raumgewichtes zu bewirken.

Die Verhältnißwerthe schwanken bei dem trocken aufbewahrten Holz zwischen 94 und 108% und bei dem im Walde gelagerten zwischen 96 und 110%; die Mittelwerthe betragen 102 und 105%.

Wenngleich die Unterschiede zwischen den Festigkeiten und Raumgewichten des weißen und blauen Holzes nach Vorstehendem auf Erhöhung beider Werthe hindeuten, so sind sie doch so gering und schwankend, daß ich Abstand nehme, aus ihnen irgend welche Schlüsse

hinsichtlich des Einflusses der Höhenlage im Stamm oder der Fällzeit auf die Wirkungen des Blauwerdens abzuleiten. Wohl aber möge unter Hinweis auf Tab. 3 hervorgehoben sein, daß die sofort nach dem Fällen entnommenen und trocken aufbewahrten Scheiben aus den Stämmen G—J (Fällzeit 30. März) nur eine einzige blau gewordene Probe lieferten, während das Holz aus den im September gefällten Stämmen A—C auch bei Aufbewahrung im Trocknen zum größten Theil blau geworden war.

Von den am 18. December gefällten Stämmen war D beim Lagern im Trocknen weiß geblieben, E war schwach und F im ausgedehnten Maße blau geworden. Das trocken aufbewahrte Holz der am 29. Juni gefällten Stämme K—M lieferte größere Mengen blauer Proben.

Hiernach neigten bei trockener Aufbewahrung besonders die im September gefällten Stämme zum Blauwerden, weniger die December- und Juni-Fällungen, während das im März gefällte Holz sich bei trockener Aufbewahrung als besonders widerstandsfähig gegen das Blauwerden erwies.

c. Einfluß des Lagerns im Walde.

Die Dauer des Lagerns im Walde bis zur zweiten und dritten Probenentnahme (5./IX. 96 und 23./IV. 97) war für die Stämme verschiedener Fällung verschieden (s. Spalte 3 Tab. 5 und 6). Die Beobachtungswerthe lassen sich daher unmittelbar nur für dieselbe Fällung unter einander vergleichen. Am besten geschieht dies an Hand der in Tab. 5 und 6 gegebenen Verhältnißzahlen. Aus ihnen folgt:

1. die Druckfestigkeit des Holzes aller Fällungen hat durch das Lagern im Walde abgenommen;
2. das Raumgewicht des Holzes ist durch das Lagern im Walde weniger beeinflußt als die Druckfestigkeit. Nach den Mittelwerthen für dieselbe Fällung scheint es um etwas verringert zu sein;
3. die Unterschiede zwischen den Eigenschaften (Druckfestigkeit und Raumgewicht) des trocken aufbewahrten und des im Walde gelagerten Holzes sind für das weiße Holz die gleichen wie für das blau gewordene;
4. für das in verschiedener Höhenlage aus dem Stamme entnommene Holz lassen sich gesetzmäßige Unterschiede in der Widerstandsfähigkeit gegen die Einflüsse der Waldlagerung nicht erkennen. Die mittlere Abnahme der Druckfestigkeit für alle Höhenlagen von 1 bis 12 m schwankt für die verschiedenen Fällungen zwischen 5 und 18%.

Um nun weiter festzustellen, ob etwa die Fällzeit einen bestimmten Einfluß auf die Widerstandsfähigkeit des Holzes gegen die Waldlagerung ausübte, sind die Beziehungen zwischen den Druckfestigkeiten und der Lagerdauer für die den Scheiben IV entnommenen Proben in Fig. 8 durch Schaulinien dargestellt[1]).

Die Neigung der Linien von links nach rechts veranschaulicht zunächst den allgemeinen Verlauf der Festigkeitsabnahme mit der Dauer der Waldlagerung.

[1]) Nach obiger Schlußfolgerung 4 erschien es zulässig, diese Beziehungen an den Proben einer Höhenlage (Scheibe) zu untersuchen und die Höhenlage IV wurde gewählt, weil nur für sie drei Probenentnahmen stattgefunden hatten.

Tabelle 5. **Einfluß der Fällzeit, des Lagerns im Walde und des Blauwerdens auf die Druckfestigkeit.**

Stamm-Zeichen				A—C	D—F	G—J	K—M	A—C	G—J	K—M	A—C	D—F	G—J	K—M	A—C	D—F	G—J	K—M
Tag der Fällung				12. IX.	18. XII.	30. III.	29. VI.	12. IX.	30. III.	29. VI.	12. IX.	18. XII.	30. III.	29. VI.	12. IX.	18. XII.	30. III.	29. VI.
Zustand des Holzes	Tag der Probenentnahme	Dauer des Lagerns im Walde Tage	Höhenlage der Probe im Stamm m	Mittel aus den Beobachtungswerthen für die Druckfestigkeit				Verhältnißzahlen zur Kennzeichnung der Einflüsse: der Fällzeit (die Werthe für die im December gefällten Stämme gleich 100 gesetzt)			des Lagerns im Walde (die Werthe für die sofort nach dem Fällen entnommenen Proben gleich 100)				des Blauwerdens (die Werthe für das weiße Holz gleich 100 gesetzt)			
Weiß	sofort nach der Fällung	0	I	461	621	528	529	74	85	85	100				100			
			IV	470	586	512	512	80	87	87								
			VIII	[448]	555	472	502	[81]	85	90								
			XII	440	498	450	445	88	90	89								
	5. IX. 96	A—C = 359 D—F = 262 G—J = 159 K—M = 68	IV	[440]	[502]	[519]	[485]	[88]	[103]	[97]	[94]	[86]	[101]	[95]				
	23. IV. 97	A—C = 589 D—F = 492 G—J = 389 K—M = 298	I	459	[485]	[450]	[513]	[95]	[93]	[106]	100	[78]	[85]	[97]				
			IV	426	464	454	[481]	92	98	[104]	91	79	89	[94]				
			VIII	406	—	403	456	—	—	—	[91]	—	85	91				
			XII	352	[449]	398	440	[78]	[89]	[98]	80	[90]	89	99				
Blau	sofort nach der Fällung	0	I	528	624	—	519	85	—	83	100				115	101	—	98
			IV	510	[634]	[472]	527	[81]	[74]	[83]					109	108	[92]	103
			VIII	447	[593]	—	498	[75]	—	[84]					[100]	107	—	94
			XII	428	[531]	—	442	[81]	—	[83]					97	107	—	94
	5. IX. 96	A—C = 359 D—F = 262 G—J = 159 K—M = 68	IV	480	547	505	504	88	92	92	94	86	107	96	[109]	[109]	[97]	[104]
	23. IV. 97	A—C = 589 D—F = 492 G—J = 389 K—M = 298	I	479	[540]	517	495	[89]	[96]	[92]	91	[87]	—	95	104	[111]	[115]	[97]
			IV	416	449	[475]	500	93	[105]	110	82	[71]	[101]	95	98	98	[105]	[104]
			VIII	384	[541]	[397]	[423]	[71]	[78]	[78]	86	[91]	—	[85]	95	—	[98]	[93]
			XII	—	[457]	[401]	430	—	[88]	[94]	—	[86]	—	97	—	[102]	[101]	93

Tabelle 6. **Einfluß der Fällzeit, des Lagerns im Walde und des Blauwerdens auf das Raumgewicht.**

Zustand des Holzes	Tag der Probenentnahme	Dauer des Lagerns im Walde Tage	Höhenlage der Probe im Stamm m	Mittel aus den Beobachtungswerthen für das Raumgewicht				Verhältnißzahlen zur Kennzeichnung der Einflüsse: der Fällzeit (die Werthe für die im December gefällten Stämme gleich 100 gesetzt)			des Lagerns im Walde (die Werthe für die sofort nach dem Fällen entnommenen Proben gleich 100)				des Blauwerdens (die Werthe für das weiße Holz gleich 100 gesetzt)			
	Stamm-Zeichen			A—C	D—F	G—J	K—M	A—C	G—J	K—M	A—C	D—F	G—J	K—M	A—C	D—F	G—J	K—M
	Tag der Fällung			12. IX.	18. XII.	30. III.	29. VI.	12. IX.	30. III.	29. VI.	12. IX.	18. XII.	30. III.	29. VI.	12. IX.	18. XII.	30. III.	29. VI.
Weiß	sofort nach der Fällung	0	I	0,53	0,61	0,57	0,55	87	93	90	100				100			
			IV	0,51	0,56	0,53	0,53	91	95	95								
			VIII	[0,47]	0,52	0,49	0,51	[90]	94	98								
			XII	0,47	0,50	0,47	0,46	94	94	92								
	5. IX. 96	A—C = 359 D—F = 262 G—J = 159 K—M = 68	IV	[0,51]	[0,54]	[0,53]	[0,53]	[95]	[98]	[98]	[100]	[98]	[100]	[100]				
	23. IV. 97	A—C = 589 D—F = 492 G—J = 389 K—M = 298	I	0,56	[0,54]	[0,53]	[0,55]	[104]	[98]	[102]	106	[93]	[93]	[100]				
			IV	0,52	0,54	0,52	[0,52]	96	96	[96]	102	96	98	[98]				
			VIII	0,48	—	0,47	0,51	—	—	—	[102]	—	96	100				
			XII	0,44	[0,49]	0,47	0,46	[90]	[96]	[94]	94	[93]	100	100				
Blau	sofort nach der Fällung	0	I	0,57	0,62	—	0,54	92	—	87	100				108	102	—	98
			IV	0,53	[0,57]	[0,50]	0,55	[93]	[88]	[97]					104	102	[94]	104
			VIII	0,49	[0,55]	—	0,51	[89]	—	[93]					[104]	106	—	100
			XII	0,47	[0,54]	—	0,46	[87]	—	[85]					100	108	—	100
	5. IX. 96	A—C = 359 D—F = 262 G—J = 159 K—M = 68	IV	0,54	0,55	0,53	0,54	98	96	98	102	97	106	100	[106]	[102]	[100]	[102]
	23. IV. 97	A—C = 589 D—F = 492 G—J = 389 K—M = 298	I	0,57	[0,59]	0,57	0,55	[97]	[97]	[93]	100	[95]	—	102	100	[109]	[108]	[100]
			IV	0,52	0,58	[0,56]	0,54	89	[97]	93	98	[102]	[112]	98	102	107	[108]	[104]
			VIII	0,46	[0,54]	[0,49]	[0,47]	[85]	[91]	[87]	94	[98]	—	[92]	96	—	[104]	[92]
			XII	—	[0,54]	[0,46]	0,49	—	[85]	[91]	—	[100]	—	106	—	[110]	[98]	107

Tabelle 7. Ergebnisse der Spaltproben.

Scheerrichtung	Proben-entnahme		Stamm	Tangential								Radial							
				A		B		C		A		B		C	
			Zustand	weiß	blau	weiß	blau	weiß	blau	weiß	blau	weiß	blau	weiß	blau
				Bruchlast kg											
Reihe	entnommen am	Dauer der Lagerung in Tagen	Scheibe	Einzelwerthe	Mittel	Einzelwerthe	Mittel	Einzelwerthe	Mittel	Einzelwerthe	Mittel	Einzelwerthe	Mittel	Einzelwerthe	Mittel	Einzelwerthe	Mittel	Einzelwerthe	Mittel	Einzelwerthe	Mittel	Einzelwerthe	Mittel	Einzelwerthe	Mittel	Einzelwerthe	Mittel	Einzelwerthe	Mittel	Einzelwerthe	Mittel
a	12. IX. 95	0	I	—	—	—	—	28 45	36,5	49 34	41,5	—	—	—	—	29	29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			IV	—	—	—	—	41 41	41	32 20	26	—	—	—	—	—	—	24	24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			VIII	—	—	—	—	—	—	29 40	34,5	—	—	—	—	29	29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			XII	—	—	—	—	37 35	36	29	29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
b	5. IX. 96	359	IV	—	—	30	30	—	—	34 29	31,5	—	—	31	—	—	—	—	—	34	34	—	—	—	—	—	—	—	—
c	23. IV. 97	589	I	—	—	29	29	—	—	35 38 40	37,7	32	32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			IV	—	—	—	—	31 29	30	—	—	26	26	—	—	—	—	[22]	—	26 29	27,5	—	—	—	—	—	—	—	—
			VIII	—	—	20	20	41	41	42 37 21	35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	23	23	—	—	—	—
				D		E		F		D		E		F	
a	18. XII. 95	0	I	35 34	34,5	—	—	35 43	39	—	—	54 50 40 57	50,2	39 31	35	—	—	—	—	—	—	—	—	50 47	48,5	—	—	—	—
			IV	33	33	—	—	—	—	—	—	43 30	36,5	35 45	40	32	—	—	—	29	29	—	—	37	37	—	—	—	—
			VIII	—	—	—	—	—	—	—	—	(30) 39	(35)	39	39	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			XII	27	27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

b	5. IX. 96	262	IV	27	27	—	—	—	—	37,5	37,5	37 25	31	—	—	—	—	34	—	36	36	—	—	40	40	—	—
c	23. IV. 97	492	I	31	31	—	—	20	20	—	—	—	—	59 47	53	(28)	—	(33)	—	—	—	35	35	37	37	38	38
			IV	23	23	25 23,5	24,3	—	—	23	23	35 30	32,5	29	29	—	—	—	—	—	—	—	—	35	35	—	—
			VIII	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25 32,5 26	27,8	25	—	32,5	—	22,5	22,5	—	—	—	—	30 35,5	32,8
			XII	—	—	(15)	—	—	—	—	—	23,5 35	29,3	—	—	—	—	(32,5)	—	26,5 32	29,3	—	—	—	—	34	34
				G				H				J				G				H				J			
b	5. IX. 96	159	IV	21 21	21	27	27	33	33	36 37,5 31 37	35,4	31	31	—	—	—	—	35,5	35,5	—	—	36	36	32,5	32,5	—	—
c	23. IV. 97	389	I	27	27	—	—	29 36	32,5	30	30	34 29 31	31,3	33,5 30	31,8	25	25	—	—	34,5	34,5	28	28	—	—	35,5 35,5	35,5
			IV	(17)	—	—	—	29 29	29	—	—	20	20	—	—	27	27	—	—	28	28	—	—	32	32	—	—
			VIII	—	—	—	—	—	—	—	—	(20 20 21)	(20,3)	—	—	19	19	—	—	29	29	—	—	—	—	—	—
			XII	—	—	—	—	—	—	—	—	21	21	—	—	—	—	—	—	28 22	25	—	—	26	26	—	—
				K				L				M				K				L				M			
b	5. IX. 96	68	IV	—	—	27	—	—	—	—	—	30	30	33,5	33,5	—	—	34 33	33,5	—	—	42 36	39	—	—	37,5	37,5
c	23. IV. 97	298	I	34	—	(27)	—	—	—	—	—	38	38	35	35	37	37	—	—	39	39	43	43	36	36	—	—
			IV	—	—	—	—	34	—	—	—	21 27,5	24,3	—	—	34 29 35	32,7	—	—	—	—	39	39	—	—	—	—
			VIII	—	—	—	—	—	—	37	—	30	30	—	—	30 30	30	—	—	35,5	35,5	—	—	36	36	—	—
			XII	—	—	28	—	—	—	—	—	—	—	33	33	(30)	(30)	—	—	30	30	—	—	25 33	29	—	—

Nach der Lage der vier Linien zu einander macht sich der Einfluß der Fällzeit (s. Abschnitt a, Punkt 2, Seite 217) bei dem weißen Holz auch nach der 500tägigen Waldlagerung noch geltend, indem die Decemberfällung nach wie vor das festeste und die Septemberfällung das am wenigsten feste Holz lieferte. Die Unterschiede wurden aber mit der Dauer des Lagerns immer geringer.

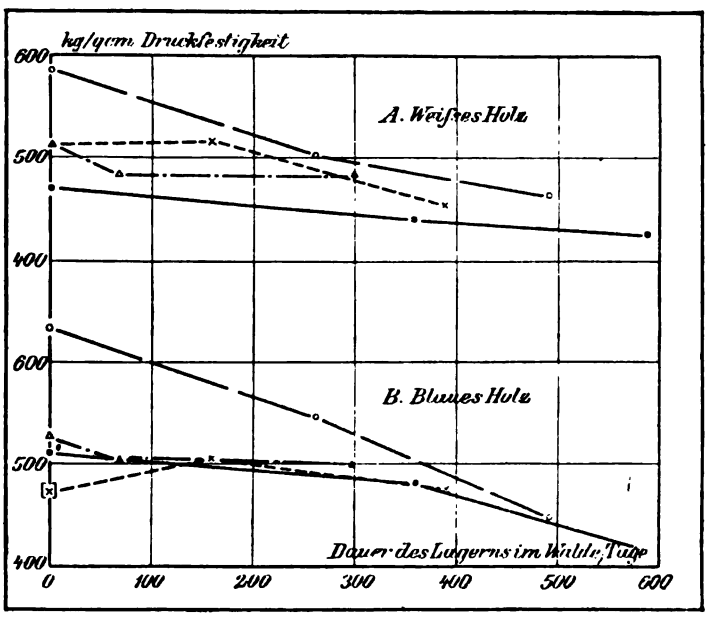


Fig. 8. Einfluß des Lagerns im Walde auf die Druckfestigkeit.
●———● Stamm A—C; gefällt 12./IX. ×— — — — × Stamm G—J; gefällt 30./III.
○——○ „ D—F; „ 18./XII. Δ——·——Δ „ K—M; „ 29./VI.

Bei dem blauen Holz tritt an den im Trocknen gelagerten Proben (Dauer des Lagerns im Walde = 0) nur die höhere Festigkeit der Decemberfällung in Fig. 8 besonders hervor. Mit zunehmender Dauer der Waldlagerung nimmt der Unterschied ebenso wie beim weißen Holz immer mehr ab, sodaß die Festigkeiten der December- und Septemberfällungen nach etwa 500tägiger Waldlagerung gleich groß erscheinen.

Faßt man die vorstehenden Erörterungen zusammen, so gelangt man zu dem Schluß,

> daß der Einfluß der Waldlagerung bei derjenigen Fällung am meisten hervortrat, welche bei trockener Aufbewahrung das Holz höchster Festigkeit lieferte.

III. Die Spaltversuche.

Die Ergebnisse der Spaltversuche sind nach Scheiben, Stämmen, Probenentnahme und nach Spaltrichtung (tangential und radial) getrennt, in Tab. 7 zusammengestellt. Da sämmtliche Proben 10 qcm Spaltfläche besaßen, (die Einzelwerthe schwanken zwischen 9,68 und 10,33 qcm) so konnten die ermittelten Bruchlasten unmittelbar in Vergleich gestellt werden.

Die Einzelwerthe für die Proben derselben Scheibe und gleichen Zustandes (weiß oder blau) weichen außerordentlich von einander ab, sodaß die aus ihnen gebildeten Mittelwerthe nur rohe Annäherungswerthe für die Spaltfestigkeiten der verschiedenen Scheiben bilden. Hierzu kommt, daß bei der nachträglich angeordneten Durchführung der Spaltversuche kein hinreichendes Material mehr zur Verfügung stand, um vollständige Versuchsreihen anzustellen. Daher ist es nicht möglich, aus den vorliegenden Ergebnissen ein gleich vollkommenes Urtheil über die Einflüsse der Fällzeit, des Lagerns im Walde und des Blauwerdens auf die Spaltfestigkeit des Holzes zu gewinnen wie bei den vorstehend besprochenen Druckversuchen.

Aus dem Vergleich der für den gleichen Stamm und Zustand aber für verschiedene Scheiben gewonnenen Werthe ergiebt sich, daß

1. die Spaltfestigkeit im Allgemeinen wie die Druckfestigkeit mit wachsender Höhe im Stamm abnimmt.

Die Werthe, welche über den Einfluß des Lagerns im Walde auf die Spaltfestigkeit Aufschluß geben, sind in Tab. 8 für sich gegenübergestellt und in Fig. 9 zu Schaulinien aufgetragen, von denen die voll ausgezogenen dem weißen und die punktirten dem blauen Holz angehören. Die Linien sind, von einigen Ausnahmen abgesehen, von links nach rechts geneigt und zwar die voll ausgezogenen in stärkerem Grade als die punktirten. Hieraus folgt, daß

2. die Spaltfestigkeit des Holzes durch das Lagern der Stämme im Walde abgenommen hat und zwar bei dem weißen Holz mehr als bei dem blauen.

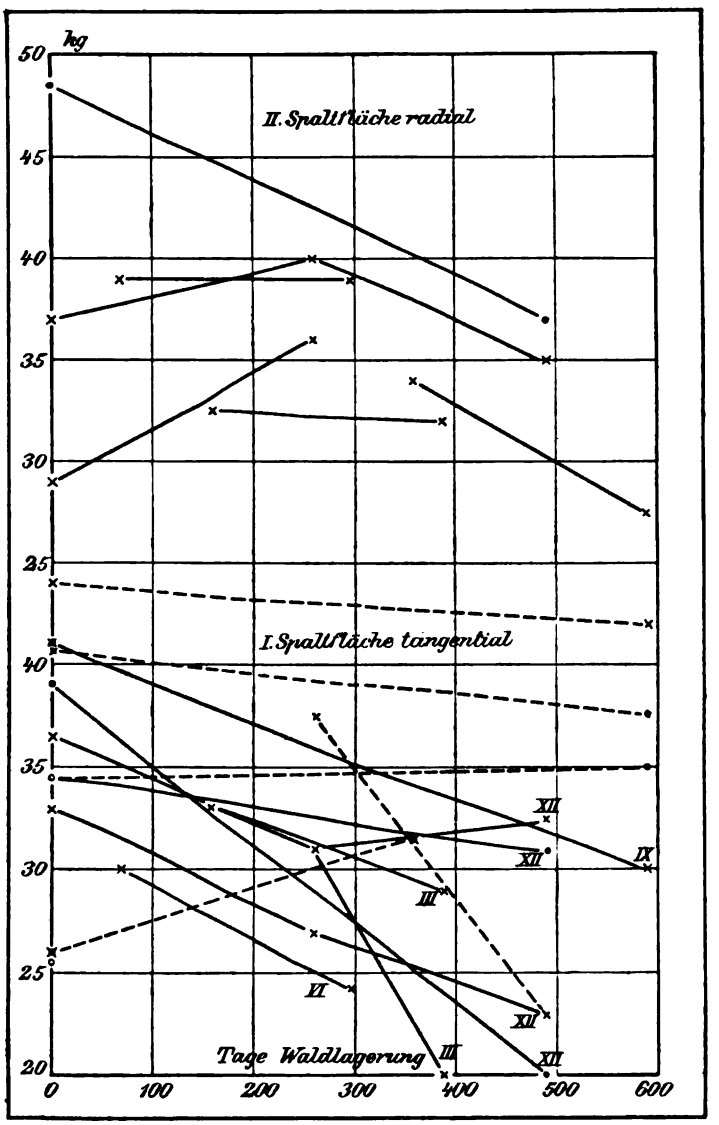


Fig. 9. Einfluß der Waldlagerung auf die Spaltfestigkeit.
● Scheiben I, × Scheiben IV, ○ Scheiben VIII; ——— weiß, — — — blau.

Die Größe des Einflusses ist aus den Verhältnißwerthen Tab. 8 zu ersehen. Da die Werthe wegen der geringen Probenzahl sehr unsicher sind, unterlasse ich es, sie eingehender zu erörtern.

Ueber den Einfluß des Blauwerdens liegen nur die in Tab. 9 nochmals gegenüber gestellten Beobachtungszahlen vor. Die nach ihnen berechneten Verhältnißwerthe (Festigkeit des blauen Holzes zu der des weißen) schwanken sehr stark, sodaß sie kein zuverlässiges Urtheil zulassen.

Immerhin scheint aber

3. die Spaltfestigkeit durch das Blauwerden auch bei den im Trocknen gelagerten Proben abgenommen zu haben.

Tabelle 8. Einfluß des Lagerns im Walde auf die Spaltfestigkeit.

Die kleingedruckten Verhältnißzahlen geben die Unterschiede in den Festigkeiten zwischen der 2. und 3. Probenentnahme. Bei den betreffenden Stämmen sind Spaltproben mit Material der ersten Probenentnahme nicht angestellt.

I. In tangentialer Richtung.

Stammzeichen	Fällzeit	Dauer der Waldlagerung Tage	Weißes Holz				Blaues Holz					
			I		IV		I		IV		VIII	
			Mittlere Festigkeit	Verhältnißwerthe %	Mittlere Festigkeit	Verhältnißwerthe %	Mittlere Festigkeit	Verhältnißwerthe %	Mittlere Festigkeit	Verhältnißwerthe %	Mittlere Festigkeit	Verhältnißwerthe %
B	12./IX. 95	0			41,0	100	41,5	100	26,0	100	34,5	100
		359			—		—		31,5	121	—	
		589			30,0	73	37,7	91	—		35,0	101
D	18./XII. 95	0	34,5	100	33,0	100						
		262	—		27,0	82						
		492	31,0	90	23,0	70						
E		0	39,0	100					—	—		
		262	—						37,5	100		
		492	20,0	51					23,0	61		
F		0			36,5	100	35,0	100	40,0	100	39,0	100
		262			31,0	85	—		—		—	
		492			32,5	89	53,0	151	29,0	73	27,8	71
G	30./III. 96	159			21,0	100						
		389			(17,0)	81						
H		159			33,0	100						
		389			29,0	88						
J		159			31,0	100						
		398			20,0	65						
M	29./VI. 96	68			30,0	100						
		298			24,3	81						

II. In radialer Richtung.

A	12./IX. 95	0							24,0	100		
		359							—			
		589							22,0	92		
B		359			34,0	100						
		589			27,5	81						
E	18./XII. 95	0			29,0	100						
		262			36,0	124						
F		0	48,5	100	37,0	100						
		262	—		40,0	108						
		492	37,0	76	35,0	95						
J	30./III. 96	159			32,5	100						
		389			32,0	99						
L	29./VI. 96	68			39,0	100						
		298			39,0	100						

Tabelle 9. **Einfluß des Blauwerdens auf die Spaltfestigkeit.**

Spaltrichtung	Dauer der Waldlagerung Tage	Fällzeit	Probe aus Stamm	Probe aus Scheibe	Beobachtete Spaltfestigkeiten kg weißes Holz P_1	Beobachtete Spaltfestigkeiten kg blaues Holz P_2	Verhältnißwerthe $\frac{P_2}{P_1} \cdot 100$	Mittleres Verhältniß bei gleicher Lagerdauer
Tangential	Sofort nach dem Fällen entnommen	12./IX. 95	B	I	36,5	41,5	114	92
				IV	41,0	26,0	64	
				XII	36,0	29,0	81	
		18./XII. 95	F	I	50,2	35,0	70	
				IV	36,5	40,0	109	
				VIII	(35,0)	39,0	111	
	589	12./IX. 95	B	VIII	41,0	35,0	85	85
	492	18./XII. 95	D	IV	23,0	24,3	106	98
			F	IV	32,5	29,0	89	
	159	30./III. 96	G	IV	21,0	27,0	128	118
			H'	IV	33,0	35,4	107	
	389		H	I	32,5	30,0	92	97
			J	I	31,3	31,8	102	
	68	29./VI. 96	M	IV	30,0	33,5	112	112
	298		K	I	34,0	(27,0)	80	86
			M	I	38,0	35,0	92	
Radial	Sofort	12./IX. 95	A	I VIII IV	29,0	24,0	83	83
	492	18./XII. 95	C	I	37,0	38,0	103	116
			A	VIII	25,0	32,5	130	
			B u. C	XII	29,3	34,0	116	
	159	30./III. 96	G H u. J	IV	32,5	35,8	110	110
	389		H	I	34,5	28,0	81	81

E. Zusammenfassung der Ergebnisse.

Faßt man die vorstehend besprochenen und im ersten Bericht niedergelegten Ergebnisse, soweit sie den Einfluß des Blauwerdens und des Lagerns der Stämme im Walde betreffen zusammen, so ergiebt sich Folgendes:

1. blaues Splintholz scheint geringere Wasseraufnahmefähigkeit, etwas größere Druckfestigkeit und größeres Raumgewicht aber geringere Spaltfestigkeit zu besitzen als das weiße Holz;
2. bei Aufbewahrung des Holzes im trockenen Raum neigten besonders die im September gefällten Stämme zum Blauwerden, während das Holz aus den im März gefällten Stämmen sich am widerstandsfähigsten gegen das Blauwerden erwies;
3. durch das Lagern im Walde litt sowohl die Druckfestigkeit als auch die Spaltfestigkeit des Holzes und zwar gleichviel ob das Holz hierbei blau wurde oder weiß blieb.

Hiernach wird das Holz also durch das Lagern der Stämme im Walde, selbst wenn es keine Veränderung im Aussehen zeigt, hinsichtlich seiner Festigkeit minderwerthig. Dagegen erwiesen sich die Unterschiede zwischen dem weißen und blauen Holz nicht derart, daß man in dem Blauwerden eine Schädigung der Festigkeitseigenschaften des Holzes erblicken kann.

2. Normalpapiere.

Vom Vorsteher der Abtheilung für Papierprüfung W. Herzberg.

In Heft 1 und 2 der „Mittheilungen" 1899 wurden statistische Uebersichten über die im Jahre 1897 seitens der Behörden verlangten und die ihnen gelieferten Papiere gegeben. Unter Hinweis auf die dort gemachten Angaben soll im Nachfolgenden das Ergebniß der Zusammenstellungen für das Jahr 1898 mitgetheilt werden.

Zusammenstellung
der Eigenschaften der im Jahre 1898 im Auftrage von Behörden untersuchten Papiere.

I. Papiere, welche besser geliefert wurden als verlangt.

A. Bezüglich der Stoff- und Festigkeitsklasse	1 Papier	= 0,2 %	Zusammen 72 Papiere = 11,6 %
B. „ „ Stoffklasse	0 „	= 0 „	
C. „ „ Festigkeitsklasse	71 Papiere	= 11,4 „	
II. Papiere, welche geliefert wurden wie verlangt . . .	410 „	= 65,9 %	
		Zusammen 482 Papiere = 77,5 %	

III. Papiere, welche schlechter geliefert wurden als verlangt.

A. Bezüglich der Stoffklasse	14 Papiere	= 2,3 %	Zusammen 140 Papiere = 22,5 %
B. „ „ Festigkeitsklasse . . .	119 „	= 19,1 „	
C. „ „ Stoff- und Festigkeitsklasse	7 „	= 1,1 „	

Im Ganzen sind also im Jahre 1898 im Auftrage von Behörden 622 Papiere untersucht worden, von denen, wie vorstehende Zusammenstellung ergiebt,

72 Papiere = 11,6 % besser geliefert als verlangt
410 „ = 65,9 „ geliefert wurden wie verlangt und
140 „ = 22,5 „ schlechter geliefert wurden als verlangt.

Den vorgeschriebenen Lieferungsbedingungen entsprachen also 482 Papiere = 77,5 %.

Stellt man die Ergebnisse der Jahre 1889—1898 einander gegenüber, so ergiebt sich folgende Uebersicht:

Gegenüberstellung
der geforderten und vorhandenen Eigenschaften der in den Jahren 1889—1898 im Auftrage von Behörden untersuchten Papiere (vergl. Fig. 1. S. 247).

Lfd. Nr.	Jahr	Anzahl der geprüften Papiere	Besser geliefert als verlangt			Schlechter geliefert als verl.			Insgesammt			Den Bedingungen	
			bezüglich der Stoff- u. Festigkeits-klasse	bezüglich der Stoffklasse	bezüglich der Festigkeits-klasse	bezüglich der Stoffklasse	bezüglich der Festigkeits-klasse	bezüglich der Stoff- u. Festigkeits-klasse	besser geliefert als verlangt	geliefert wie verlangt	schlechter geliefert als verlangt	genügten	genügten nicht
			%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1	1889	266	1,9	3,8	4,1	15,4	24,8	8,3	9,8	41,7	48,5	51,5	48,5
2	1890	453	1,7	6,0	9,5	17,0	19,0	7,1	17,2	39,7	43,1	56,9	43,1
3	1891	440	3,9	4,5	10,0	13,9	15,4	7,5	18,4	44,8	36,8	63,2	36,8
4	1892	359	0,8	4,5	13,9	5,6	19,8	3,0	19,2	52,4	28,4	71,6	28,4
5	1893	438	0,2	0,9	23,7	4,6	8,0	2,5	24,8	60,1	15,1	84,9	15,1
6	1894	436	—	0,2	17,6	3,7	7,6	0,7	17,8	70,2	12,0	88,0	12,0
7	1895	409	—	—	15,4	5,9	11,7	2,0	15,4	65,0	19,6	80,4	19,6
8	1896	729	0,3	0,1	12,5	2,6	15,1	1,5	12,9	67,9	19,2	80,8	19,2
9	1897	666	0,1	1,2	11,6	1,6	16,7	0,6	12,9	68,2	18,9	81,1	18,9
10	1898	622	0,2	—	11,4	2,3	19,1	1,1	11,6	65,9	22,5	77,5	22,5

Das Verhältniß der vorschriftsmäßig gelieferten Papiere zu den nicht ausreichenden hat sich also im Jahre 1898 wieder verschlechtert.

Die Art der Verstöße gegen die Lieferungsbedingungen ist aus nachstehender Zusammenstellung ersichtlich.

Zusammenstellung der im Jahre 1898 bei Behördenlieferungen festgestellten Verstöße gegen die Lieferungsbedingungen.

Laufende Nr.	Verwendungsklasse	Eigenschaften verlangte Stoffklasse	Eigenschaften verlangte Festigkeitsklasse	Eigenschaften vorhandene Stoffklasse	Eigenschaften vorhandene Festigkeitsklasse	Abweichung bezüglich des Stoffgehaltes	Aschengehalt zu groß um %	Reißlänge zu klein um m	Dehnung zu klein um %	Widerstand gegen Zerknittern	Firma Nr.
A. Bezüglich der Festigkeitsklasse.											
1	3a	II	3	II	4	—	—	—	0,3	—	1
2	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 statt 5	1
3	2a	I	2	I	3	—	—	175	0,1	5 „ 6	3
4	2a	I	2	I	3	—	—	—	0,3	—	3
5	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 statt 4	4
6	4a	III	*	III	5	—	—	—	0,1	3 „ 4	4
7	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	4
8	4a	III	*	III	5	—	—	—	0,1	3 „ 4	4
9	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	4
10	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	5
11	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	5
12	4a	III	*	III	5	—	—	—	0,2	3 „ 4	5
13	4b	III	4	III	6	—	—	—	0,3	—	5
14	2b	I	3	I	4	—	—	—	—	4 statt 5	6
15	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	6
16	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	6
17	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	9
18	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	9
19	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	12
20	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	13
21	4a	III	*	III	6	—	—	—	—	1 „ 4	13
22	4b	III	4	III	6	—	—	—	0,1	2 „ 4	13
23	2a	I	2	I	3	—	—	—	0,4	—	14
24	2a	I	2	I	3	—	—	—	0,6	—	14
25	2a	I	2	I	3	—	—	—	0,3	—	14
26	3a	II	3	II	4	—	—	50	—	4 statt 5	14
27	3a	II	3	II	4	—	—	—	0,3	4 „ 5	14
28	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	14
29	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	14
30	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	14
31	3a	II	3	II	4	—	—	—	0,5	4 „ 5	14
32	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	14
33	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	18
34	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	18
35	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	20
36	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	23
37	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	23
38	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	23
39	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	23
40	3a	II	3	II	4	—	—	—	0,2	4 „ 5	26
41	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	26
42	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	26

* Reißlänge = 3500 m, Dehnung = 2,75 %, Widerstand gegen Zerknittern = 4.

Laufende Nr.	Verwendungsklasse	Eigenschaften verlangte Stoffklasse	Eigenschaften verlangte Festigkeitsklasse	Eigenschaften vorhandene Stoffklasse	Eigenschaften vorhandene Festigkeitsklasse	Abweichung bezüglich des Stoffgehaltes	Aschengehalt zu groß um %	Reißlänge zu klein um mm	Dehnung zu klein um %	Widerstand gegen Zerknittern	Firma Nr.
43	3a	II	3	II	4	—	—	—	0,2	4 statt 5	26
44	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	26
45	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	26
46	3b	II	4	II	6	—	—	—	—	2 „ 4	26
47	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	29
48	4a	III	*	III	4	—	—	—	0,2	—	29
49	4a	III	*	III	5	—	—	—	0,1	3 statt 4	29
50	4a	III	*	III	5	—	—	—	0,3	3 „ 4	29
51	4a	III	*	III	5	—	—	—	0,3	3 „ 4	29
52	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	31
53	3a	II	3	II	4	—	—	—	0,4	—	39
54	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 statt 4	39
55	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	41
56	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	41
57	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	41
58	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	41
59	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	41
60	3b	II	4	II	6	—	—	—	—	2 „ 4	41
61	3b	II	4	II	6	—	—	—	—	2 „ 4	41
62	4a	III	*	II	6	—	—	—	0,2	2 „ 4	41
63	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	41
64	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	41
65	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	41
66	3a	II	3	II	5	—	—	—	—	3 „ 5	43
67	3a	II	3	II	4	—	—	—	0,1	4 „ 5	43
68	3a	II	3	II	5	—	—	—	—	3 „ 5	43
69	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	43
70	3b	II	4	II	6	—	—	—	—	2 „ 4	43
71	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	43
72	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	43
73	3b	II	4	II	6	—	—	—	0,1	2 „ 4	43
74	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	43
75	4a	III	*	III	5	—	—	—	0,3	3 „ 4	44
76	4a	III	*	III	4	—	—	—	0,2	—	44
77	4a	III	*	III	4	—	—	—	0,2	—	44
78	4a	III	*	III	5	—	—	—	0,4	3 statt 4	44
79	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	44
80	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	44
81	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	44
82	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	44
83	4b	III	4	III	6	—	—	—	0,5	3 „ 4	44
84	4b	III	4	III	5	—	—	—	0,2	3 „ 4	44
85	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	50
86	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	50
87	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	50
88	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	55
89	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	59
90	3a	II	3	II	5	—	—	175	—	3 „ 5	61
91	3a	II	3	II	5	—	—	—	—	3 „ 5	61
92	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	61
93	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	61
94	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	61
95	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	61

* Reißlänge = 3500 m, Dehnung = 2,75 %, Widerstand gegen Zerknittern = 4.

Laufende Nr.	Verwendungsklasse	Eigenschaften: verlangte Stoffklasse	verlangte Festigkeitsklasse	vorhandene Stoffklasse	vorhandene Festigkeitsklasse	Abweichung bezüglich des Stoffgehaltes	Aschengehalt zu groß um %	Reißlänge zu klein um m	Dehnung zu klein um %	Widerstand gegen Zerknittern	Firma Nr.
96	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 statt 4	†
97	8b	III	4	III	6	—	—	—	—	1 „ 4	†
98	7b	III	2500 / 2,5	III	2775 / 2,3	—	—	—	0,2	—	†
99	8a	I	4	I	6	—	—	—	—	2 statt 4	†
100	—	III	4	III	6	—	—	—	0,5	2 „ 4	†
101	6a	IV	5	IV	6	—	—	—	0,4	1 „ 3	†
102	6a	IV	5	IV	6	—	—	—	—	2 „ 3	†
103	8c	IV	5	IV	unter 6	—	—	—	0,8	1 „ 3	†
104	6a	IV	5	IV	6	—	—	—	0,3	1 „ 3	†
105	6a	IV	5	IV	6	—	—	—	0,5	1 „ 3	†
106	6a	IV	5	III	6	—	—	—	—	2 „ 3	†
107	6a	IV	5	IV	6	—	—	—	0,4	2 „ 3	†
108	6a	IV	5	IV	6	—	—	—	—	2 „ 3	†
109	6a	IV	5	IV	6	—	—	100	0,1	1 „ 3	†
110	6a	IV	5	IV	6	—	—	—	0,5	1 „ 3	†
111	6b	IV	5	IV	6	—	—	—	—	2 „ 3	†
112	6a	IV	5	IV	6	—	—	—	0,3	1 „ 3	†
113	6a	IV	5	IV	6	—	—	—	0,5	1 „ 3	†
114	8b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	†
115	6a	IV	5	IV	6	—	—	—	0,5	1 „ 3	†
116	6a	IV	5	IV	6	—	—	—	—	2 „ 3	†
117	6a	IV	5	IV	6	—	—	—	0,2	2 „ 3	†
118	—	IV	4	IV	5	—	—	—	0,4	3 „ 4	†
119	4a	III	*	III	5	—	—	—	0,25	3 „ 4	†
						B. Bezüglich der Stoffklasse.					
1	3b	II	4	III	4	—	0,3	—	—	—	6
2	2a	I	2	II	1	etwa 5 % Holz- und Strohcellulose	—	—	—	—	17
3	3a	II	3	III	3	—	0,1	—	—	—	26
4	3b	II	4	III	4	etwa 40 % Holz- und Strohcellulose	—	—	—	—	26
5	2a	I	2	II	2	—	0,5	—	—	—	41
6	3b	II	4	III	4	—	0,3	—	—	—	42
7	3b	II	4	III	4	etwa 35 % Holz- und Strohcellulose	—	—	—	—	43
8	3b	II	4	III	4	—	1,6	—	—	—	55
9	8a	I	4	II	4	etwa 15 % Esparto, Stroh- u. Holzcellulose	—	—	—	—	†
10	5b	III	5	IV	5	enthält geringe Mengen Holzschliff	—	—	—	—	†
11	7a	I	2500 / 3,5	IV	3300 / 6,3	enth. ger. Mengen verholzte Jute, Holz- und Strohcellulose	5,5	—	—	—	†
12	8a	I	4	II	4	etwa 15 % Esparto, Holz- u. Strohcellulose	—	—	—	—	†
13	7b	III	2500 / 2,5	IV	3725 / 3,3	enthält verholzte Jute	—	—	—	—	†
14	—	II	4	III	3	etwa 35 % Holz- und Strohcellulose	—	—	—	—	†
						C. Bezüglich der Stoff- und Festigkeitsklasse.					
1	3a	II	3	III	4	etwa 40 % Holz- und Strohcellulose	—	—	0,4	4 statt 5	1
2	3b	II	4	III	5	„ 35 % „ „ „	—	—	—	3 „ 4	4
3	3b	I	3	II	4	„ 5 % „ „ „	—	—	—	4 „ 5	6
4	2b	I	3	II	4	„ 10 % Holzcellulose	—	—	0,2	4 „ 5	17
5	3a	II	3	III	5	„ 35 % Holz- und Strohcellulose	—	—	—	3 „ 5	37
6	4a	III	*	IV	5	—	0,6	425	0,25	3 „ 4	†
7	5b	III	5	IV	6	enthält Holzschliff	—	—	0,5	—	†

* Reißlänge = 3500 m, Dehnung = 2,75 %, Widerstand gegen Zerknittern = 4.

† Papiere ohne Wasserzeichen.

Bei den Verstößen gegen die Festigkeit handelt es sich also theilweise um eine zu geringe Reißlänge (Minimum der Abweichung 50 m, Maximum 175 m), theils um eine zu geringe Dehnung (Minimum 0,1 %, Maximum 0,8 %), theils um einen zu geringen Widerstand gegen Zerknittern (Minimum 1 Stufe, Maximum 3 Stufen). In 35 Fällen ist gegen zwei dieser drei Festigkeitseigenschaften gleichzeitig verstoßen, in 3 Fällen gegen alle drei.

Bei den Verstößen gegen die Stoffklasse handelt es sich theils um einen zu hohen Aschengehalt (Minimum der Ueberschreitung 0,1 %, Maximum 5,5 %), theils um einen zu hohen Gehalt an Cellulose bei den Papieren der Stoffklasse II (Minimum der Ueberschreitung 10 %, Maximum 15 %), theils um das Vorhandensein von Fasern, welche für die betreffende Klasse ausgeschlossen sind (vergl. B 2, 9, 10, 11, 12, 13, C 3, 4 und 7).

Die Art der Verstöße muß im Allgemeinen, abgesehen von den Fällen, in denen der Widerstand gegen Zerknittern um zwei und mehr Stufen zu gering ausgefallen ist, sowie abgesehen von den eben unter B und C einzeln aufgeführten Fällen, welche wohl besonderen Umständen ihr Vorkommen verdanken, als geringfügig angesehen werden.

Bedauerlich bleibt es allerdings, daß immer wieder Fälle vorkommen wie die unter A 21, 70, 97 aufgeführten, in denen der Widerstand gegen Zerknittern um 3 Stufen hinter dem verlangten Grad zurückbleibt. Schon im vergangenen Jahr wurde darauf hingewiesen, daß solche Verstöße nicht erst in der Versuchsanstalt festgestellt werden sollten. Wer sich nur einigermaßen mit der Papierprüfung vertraut gemacht hat, hätte sich leicht davon überzeugen können, daß z. B. das unter A 21 aufgeführte 4 a im Widerstand gegen Zerknittern bei Weitem nicht ausreicht; solche Machungen sollten die Fabrik überhaupt nicht verlassen; sie liefern den Beweis dafür, daß es an manchen Stellen mit der Prüfung der Waare vor ihrem Abgang recht leicht genommen wird.

In wiederholten Fällen sind an Verstößen gegen die gewährleisteten Eigenschaften, soweit es sich um Wasserzeichenpapiere handelt, die Firmen 14, 41, 43, 44 betheiligt, auf welche 40 der 140 nicht genügenden Papiere entfallen.

Es rühren her

10	nicht	genügende	Papiere	von	der	Firma	14
11	"	"	"	"	"	"	41
9	"	"	"	"	"	"	43
10	"	"	"	"	"	"	44

Das Verhältniß bei Lieferungen an Private hat sich, soweit der Versuchsanstalt die der Lieferung zu Grunde gelegten Bedingungen bekannt geworden sind, wiederum verschlechtert, und die Zahl der nicht genügenden Papiere erreichte im Jahre 1898 eine Höhe wie noch nie zuvor.

Zusammenstellung
der Eigenschaften der im Jahre 1898 im Auftrage von Privaten untersuchten Papiere.

I. Papiere, welche besser geliefert wurden als verlangt.

A.	Bezüglich der Stoff- und Festigkeitsklasse	0 Papier	= 0 %	Zusammen 1 Papier = 1,4 %
B.	„ „ Stoffklasse	0 „	= 0 „	
C.	„ „ Festigkeitsklasse	1 „	= 1,4 „	

II. Papiere, welche geliefert wurden wie verlangt . . . 39 Papiere = 53,4 %

Zusammen 40 Papiere = 54,8 %

III. Papiere, welche schlechter geliefert wurden als verlangt.

A.	Bezüglich der Stoffklasse	1 Papier	= 1,4 %	Zusammen 33 Papiere = 45,2 %
B.	„ „ Festigkeitsklasse	26 Papiere	= 35,6 „	
C.	„ „ Stoff- und Festigkeitsklasse	6 „	= 8,2 „	

Im Ganzen sind also im Jahre 1898 im Auftrage von Privaten 73 Papiere vollständig untersucht worden, von denen Lieferungsbedingungen bekannt waren; von diesen wurden

1 Papier = 1,4 % besser geliefert als verlangt,
39 Papiere = 53,4 „ geliefert wie verlangt,
33 „ = 45,2 „ schlechter geliefert als verlangt.

Den vorgeschriebenen Lieferungsbedingungen entsprachen also 40 Papiere = 54,8 %. Stellt man die Ergebnisse der Jahre 1890—1898 gegenüber, so ergiebt sich folgende Uebersicht.

Gegenüberstellung
der geforderten und vorhandenen Eigenschaften der in den Jahren 1890—1898 im Auftrage von Privatleuten untersuchten Papiere (vergl. Fig. 1. S. 247).

Lfd. Nr.	Jahr	Anzahl der geprüften Papiere	Besser geliefert als verlangt			Geliefert wie verlangt	Schlechter geliefert als verlangt			Den Bedingungen	
			bezüglich der Stoff- und Festigkeitsklasse	bezüglich der Stoffklasse	bezüglich der Festigkeitsklasse		bezüglich der Stoffklasse	bezüglich der Festigkeitsklasse	bezüglich der Stoff- und Festigkeitsklasse	genügten	genügten nicht
			%	%	%	%	%	%	%	%	%
1	1890	66	—	1,5	19,7	53,0	7,6	16,7	1,5	74,2	25,8
2	1891	96	1,0	1,0	22,9	56,3	2,1	15,6	1,0	81,3	18,7
3	1892	236	0,8	3,4	14,4	55,5	5,1	17,8	3,0	74,1	25,9
4	1893	146	—	—	23,3	48,6	4,1	22,6	1,4	71,9	28,1
5	1894	81	—	—	9,9	63,0	1,2	25,9	—	72,9	27,1
6	1895	65	—	—	23,1	55,4	9,2	12,3	—	78,5	21,5
7	1896	73	—	—	13,7	58,9	8,2	17,8	1,4	72,6	27,4
8	1897	110	—	—	6,4	59,1	1,8	30,9	1,8	65,5	34,5
9	1898	73	—	—	1,4	53,4	1,4	35,6	8,2	54,8	45,2

Die Art der Verstöße ist aus nachstehender Zusammenstellung (S. 246) ersichtlich.

Die Verstöße der 33 = 45,2 % nicht genügenden Papiere gegen die Lieferungsbedingungen sind also im Großen und Ganzen ziemlich milder Natur.

Zusammenstellung der im Jahre 1898 bei Privatlieferungen festgestellten Verstöße gegen die Lieferungsbedingungen.

Laufende Nr.	Verwendungsklasse	Eigenschaften: verlangte Stoffklasse	verlangte Festigkeitsklasse	vorhandene Stoffklasse	vorhandene Festigkeitsklasse	Abweichung bezüglich des Stoffgehaltes	Aschengehalt zu groß um %	Reißlänge zu klein um mm	Dehnung zu klein um %	Widerstand gegen Zerknittern	Firma Nr.
						A. Bezüglich der Festigkeitsklasse.					
1	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 statt 5	18
2	3a	II	3	II	4	—	—	—	0,2	—	23
3	4a	III	*	III	5	—	—	—	0,3	3 statt 4	29
4	3b	II	4	II	unter 6	—	—	—	0,8	1 „ 4	32
5	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	41
6	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	41
7	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	41
8	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	42
9	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	44
10	4a	III	*	III	5	—	—	—	0,5	3 „ 4	44
11	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	44
12	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	44
13	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	61
14	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	61
15	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	61
16	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	61
17	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	61
18	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	61
19	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	62
20	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	62
21	8b	III	4	III	5	—	—	—	0,4	3 „ 4	†
22	8a	I	4	I	5	—	—	—	—	3 „ 4	†
23	8a	I	4	I	6	—	—	825	0,9	1 „ 4	†
24	8a	I	4	I	6	—	—	475	0,6	1 „ 4	†
25	7b	III	2500 / 2,5	III	2600 / 2,1	—	—	—	0,4	—	†
26	2b	I	3	I	4	—	—	—	—	4 statt 5	†
						B. Bezüglich der Stoffklasse.					
1	7a	I	2500 / 3,5	II	3225 / 3,9	etwa 5% Holzcellulose	—	—	—	—	†
						C. Bezüglich der Stoff- und Festigkeitsklasse.					
1	3a	II	3	III	4	—	0,3	25	—	—	7
2	2b	I	3	II	4	etwa 10% Holzcellulose	—	—	0,3	4 statt 5	17
3	7b	III	2500 / 2,5	IV	2375 / 3,2	enthält Holzschliff	—	125	—	—	†
4	7b	III	2500 / 2,5	IV	2875 / 2,1	„ „	—	—	0,4	—	†
5	7a	I	2500 / 3,5	II	2500 / 2,8	etwa 5% Holzcellulose	—	—	0,7	—	†
6	7b	III	2500 / 2,5	IV	2250 / 2,3	—	0,6	250	0,2	—	†

* Reißlänge = 3500 m, Dehnung = 2,75 %, Widerstand gegen Zerknittern = 4.

† Papiere ohne Wasserzeichen.

Bei den Verstößen gegen die Festigkeit handelt es sich theils um eine zu geringe Reißlänge (Minimum der Abweichung 25 m, Maximum 825 m), theils um eine zu geringe Dehnung (Minimum 0,2 %, Maximum 0,9 %), theils um einen zu geringen Widerstand gegen Zerknittern (Minimum 1 Stufe, Maximum 3 Stufen). In 6 Fällen ist gegen 2 dieser drei Festigkeitseigenschaften gleichzeitig verstoßen, in 2 Fällen gegen alle drei.

Bei den Verstößen gegen die Stoffklasse handelt es sich in 2 Fällen um einen zu hohen Aschengehalt, in 3 Fällen um einen Gehalt an Holzcellulose bei den Papieren der Stoffklasse I und schließlich um 2 Papiere der Stoffklasse III, welche Holzschliff enthielten.

Hinsichtlich der mit einem vorschriftsmäßigen Wasserzeichen versehenen Papiere ist noch Folgendes zu bemerken.

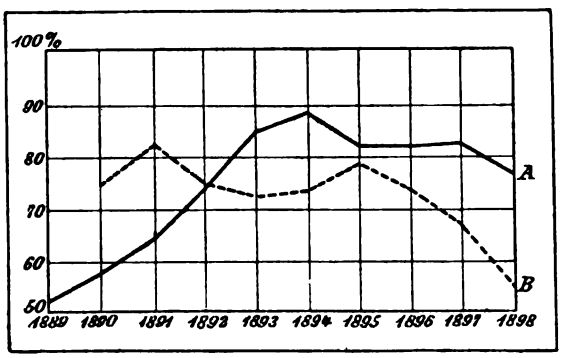


Fig. 1. Den Bedingungen genügten:
A. Behördenlieferungen. B. Privatlieferungen.

Im Jahre 1898 wurden 858 Wasserzeichenpapiere untersucht und zwar 622 auf alle für Normalpapiere vorgeschriebenen Eigenschaften und 236, bei denen nur einzelne Eigenschaften ermittelt wurden. Die mit den erst erwähnten 622 Papieren gemachten Erfahrungen sind nachstehend zusammengestellt.

Zusammenstellung
der Eigenschaften der im Jahre 1898 vollständig untersuchten Wasserzeichenpapiere.

I. Papiere, bei welchen bessere Eigenschaften erreicht wurden, als das Wasserzeichen gewährleistete.

A. Bezüglich der Stoff- und Festigkeitsklasse	0 Papiere	= 0 %	Zusammen	
B. „ „ Stoffklasse	0 „	= 0 „	71 Papiere	= 11,4 %
C. „ „ Festigkeitsklasse	71 „	= 11,4 „		

II. Papiere, bei welchen die durch das Wasserzeichen gewährleisteten Eigenschaften vorhanden waren . . . 421 „ = 67,7 „

Zusammen 492 Papiere = 79,1 %

III. Papiere, bei welchen die durch das Wasserzeichen gewährleisteten Eigenschaften nicht vorhanden waren.

A. Bezüglich der Festigkeitsklasse	115 Papiere	= 18,5 %	Zusammen	
B. „ „ Stoffklasse	8 „	= 1,3 „	130 Papiere	= 20,9 %
C. „ „ Stoff- und Festigkeitsklasse	7 „	= 1,1 „		

Im Ganzen genügten also im Jahre 1898 492 Papiere = 79,1 % den durch das Wasserzeichen gewährleisteten Eigenschaften. Unter diesen 492 Papieren befanden sich 79 = 16,1 %, welche dem Wasserzeichen nur mit Rücksicht auf § 4 der „Vorschriften für die Lieferung und Prüfung von Papier zu amtlichen Zwecken" entsprachen; nach diesem Paragraphen dürfen bekanntlich die mit einem vorschriftsmäßigen Wasserzeichen versehenen Papiere in ihrer Reißlänge um höchstens 10 % nach unten hin von den verlangten Werthen abweichen.

Von den oben erwähnten 236 Papieren, bei denen nur einzelne Eigenschaften festzustellen waren, wurden:

1. 1 Papier auf Aschengehalt, Reißlänge, Dehnung,
2. 3 Papiere „ Aschengehalt, Reißlänge, Dehnung und Widerstand gegen Zerknittern,
3. 4 „ „ Reißlänge und Dehnung,
4. 73 „ „ Reißlänge, Dehnung und Widerstand gegen Zerknittern,
5. 155 „ „ Widerstand gegen Zerknittern geprüft.

Von den Papieren zu 1 genügten 1 und 0 genügten nicht.
„ „ „ „ 2 „ 3 „ 0 „ „
„ „ „ „ 3 „ 1 „ 3 „ „
„ „ „ „ 4 „ 59 „ 14 „ „
„ „ „ „ 5 „ 120 „ 35 „ „

Vergleicht man die in den Jahren 1891—1898 bei der Untersuchung von Wasserzeichenpapieren gemachten Erfahrungen, so ergiebt sich folgende Uebersicht.

Uebersicht
über die in den Jahren 1892—1898 bei der Untersuchung von Wasserzeichenpapieren gemachten Erfahrungen.

Jahr	Anzahl der Papiere	Besser als im Wasserzeichen gewährleistet %	Wie im Wasserzeichen gewährleistet %	Schlechter als im Wasserzeichen gewährleistet %	Dem Wasserzeichen entsprachen %	Dem Wasserzeichen entsprachen nicht %
1892	187	19,8	67,4	12,8	87,2	12,8
1893	497	23,9	61,0	15,1	84,9	15,1
1894	458	16,6	71,6	11,8	88,2	11,8
1895	437	17,4	64,3	18,3	81,7	18,3
1896	763	11,8	68,8	19,4	80,6	19,4
1897	687	12,4	68,3	19,3	80,7	19,3
1898	622	11,4	67,7	20,9	79,1	20,9

Das Verhältniß der dem Wasserzeichen entsprechenden Papiere zu den nicht ausreichenden ist also annähernd dasselbe wie im Vorjahr.

In nachfolgender Tabelle (S. 249) sind die 622 im Jahre 1898 vollständig untersuchten Wasserzeichenpapiere nach den Verwendungsklassen 1—4b und nach Firmen, von denen sie erzeugt sind, eingeordnet. Die hier angemeldeten Firmen wurden für die statistischen Berichte in einer beliebigen Reihenfolge in eine Liste eingetragen und mit laufenden Nummern versehen. **Es wird ausdrücklich bemerkt, daß diese Nummern mit den Nummern der Wasserzeichenanmeldung der verschiedenen Fabriken nicht übereinstimmen.**

Die Tabelle zeigt zunächst, daß die untersuchten 622 Papiere von 47 verschiedenen Fabriken herrühren; von 23 Fabriken, die außer den 47 ihr Wasserzeichen bei der Versuchsanstalt angemeldet hatten, gelangten keine Papiere zur Untersuchung. Die Sicherheit der einzelnen Fabriken in der Herstellung von Papieren mit bestimmten Eigenschaften ist, wie die Tabelle zeigt, recht verschieden; man muß hierbei naturgemäß diejenigen Firmen außer Betracht lassen, welche nur mit einem oder einer geringen Anzahl von Papieren vertreten sind. Vergleicht man nur die Firmen, von denen mehr als 10 Papiere geprüft sind, so genügten z. B. bei der Firma 61 nur 50 % den durch das Wasserzeichen gewährleisteten Eigenschaften;

Die 622 im Jahre 1898 vollständig untersuchten Wasserzeichenpapiere nach Firmen und Verwendungsklassen geordnet.

Firma Nr.	Anzahl der untersuchten Papiere	Den durch das Wasserzeichen gewährleisteten Eigenschaften		Innerhalb des Spielraums von 10 % lagen	Von den Papieren der Verwendungsklasse																				
					1			2a			2b			3a			3b			4a			4b		
		genügten	genügten nicht		genügten		genügten nicht	genügten		genügten nicht	genügten		genügten nicht	genügten		genügten nicht	genügten		genügten nicht	genügten		genügten nicht	genügten		genügten nicht
		%	%	%	ohne 10 % Spielraum	nur mit 10 % Spielraum		ohne 10 % Spielraum	nur mit 10 % Spielraum		ohne 10 % Spielraum	nur mit 10 % Spielraum		ohne 10 % Spielraum	nur mit 10 % Spielraum		ohne 10 % Spielraum	nur mit 10 % Spielraum		ohne 10 % Spielraum	nur mit 10 % Spielraum		ohne 10 % Spielraum	nur mit 10 % Spielraum	
1	7	57	43	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	3	1	—	—	1	—	—	1	—	—
3	3	33	67	33	—	—	—	—	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	24	75	25	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	—	2	3	2	3	4	1	1
5	14	71	29	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	4	—	1	2	—	1	3	—	1
6	52	90	10	12	1	—	—	3	3	—	4	1	2	19	2	2	13	—	1	1	—	—	—	—	—
7	2	50	50	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—
8	21	100	0	5	—	—	—	3	—	—	3	—	—	6	—	—	6	—	—	1	1	—	1	—	—
9	10	80	20	30	—	—	—	1	—	—	1	1	—	—	2	1	2	—	1	1	—	—	—	—	—
10	4	100	0	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	2	—	—	1	—	—
12	15	93	7	7	—	—	—	1	1	—	—	—	—	5	—	1	5	—	—	1	—	—	1	—	—
13	3	0	100	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	1
14	58	83	17	22	—	—	—	5	3	3	—	4	—	9	4	6	18	1	1	1	1	—	2	—	—
15	31	100	0	13	—	—	—	7	3	—	3	—	—	8	—	—	4	—	—	2	1	—	3	—	—
16	3	100	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—
17	11	73	27	27	—	—	—	1	—	1	—	2	2	1	—	—	2	—	—	1	1	—	—	—	—
18	8	62	38	38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	2	2	1	—	1	—
20	19	95	5	16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	4	1	—	2	2	—	8	—	—
21	1	100	0	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
22	1	100	0	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23	49	90	10	12	—	—	—	—	1	—	—	—	—	12	1	1	11	—	2	5	4	2	10	—	—
26	23	61	39	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	—	7	1	—	2	1	1	—	4	—	—
27	4	100	0	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
29	14	57	43	0	—	—	—	1	—	—	—	—	—	2	—	1	—	—	—	3	—	5	2	—	—
31	6	83	17	0	—	—	—	1	—	—	3	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	—
32	1	0	100	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
33	6	100	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
35	11	100	0	9	—	—	—	2	1	—	5	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
36	4	100	0	0	—	—	—	1	—	—	1	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
37	7	86	14	14	—	—	—	2	—	—	1	—	—	1	—	1	—	—	—	—	1	—	1	—	—
39	7	71	29	14	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	2	—	1	1	—	—	1	—	—
40	1	100	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
41	41	63	37	2	—	—	—	2	—	1	1	—	—	8	1	1	9	—	8	3	—	2	2	—	3
42	23	91	9	4	—	1	—	1	—	—	1	—	—	8	—	—	5	—	1	5	—	—	—	—	1
43	38	74	26	21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	3	8	2	6	2	1	—	10	1	1
44	47	70	30	11	—	—	—	3	1	—	4	—	—	11	—	—	7	—	1	—	4	7	3	—	6
46	2	100	0	50	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
49	1	100	0	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
50	8	63	37	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	1	—	—	—	—	1	2	—	2
51	1	100	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
52	1	100	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
53	1	100	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
54	2	100	0	50	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
55	2	0	100	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—
59	4	75	25	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	1	1	—	—
61	24	50	50	21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	3	3	3	7	1	1	1	2	—	1
62	6	67	33	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	2	1	—	—
63	1	100	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sa.	**622**	**79**	**21**	**18**	**1**	**2**	**—**	**36**	**16**	**7**	**27**	**8**	**4**	**118**	**18**	**36**	**118**	**7**	**38**	**48**	**24**	**28**	**65**	**4**	**17**

Zusammenstellung der in den Jahren 1893 bis 1898 untersuchten Wasserzeichenpapiere, geordnet nach Firmen und Jahren.

Firma Nr.	Anzahl der untersuchten Papiere						Gesammtzahl der Jahre 1893—1898	Es erfüllten die Vorschriften					
	1893	1894	1895	1896	1897	1898		1893 %	1894 %	1895 %	1896 %	1897 %	1898 %
1	14	15	19	38	20	7	113	50	67	53	32	40	57
2	12	15	—	—	—	—	27	50	20	—	—	—	—
3	2	4	—	2	3	3	14	50	100	—	100	67	33
4	15	21	16	36	29	24	141	93	86	69	64	86	75
5	13	11	19	24	18	14	99	100	100	68	87	83	71
6	35	33	32	59	67	52	278	97	100	91	92	84	90
7	5	1	1	2	3	2	14	80	100	100	0	67	50
8	12	18	18	21	15	21	105	100	83	100	100	100	100
9	7	12	5	9	10	10	53	100	83	100	78	70	80
10	4	8	7	14	7	4	44	75	100	100	86	86	100
11	1	—	—	—	—	—	1	100	—	—	—	—	—
12	6	7	10	7	10	15	55	83	86	40	57	90	93
13	1	—	3	2	2	3	11	0	—	33	50	50	0
14	39	44	52	81	76	58	350	100	100	85	94	84	83
15	14	20	29	45	58	31	197	100	90	100	100	91	100
16	5	14	4	4	2	3	32	100	93	75	50	100	100
17	11	14	11	8	8	11	63	91	64	73	50	88	73
18	2	—	3	26	27	8	66	100	—	67	58	41	62
19	1	—	—	—	—	—	1	100	—	—	—	—	—
20	3	8	10	9	14	19	63	100	100	90	89	100	95
21	1	1	—	1	2	1	6	100	100	—	100	50	100
22	1	2	—	2	1	1	7	100	100	—	50	100	100
23	41	29	37	42	54	49	252	85	100	92	86	96	90
24	1	1	1	2	4	—	9	100	100	100	100	100	—
25	1	—	1	—	—	—	2	0	—	0	—	—	—
26	5	1	5	14	12	23	60	80	100	100	93	92	61
27	5	2	1	10	13	4	35	100	50	100	70	77	100
28	11	—	1	—	—	—	12	55	—	0	—	—	—
29	13	11	9	9	7	14	63	100	91	100	89	71	57
30	3	—	—	1	—	—	4	67	—	—	0	—	—
31	7	4	4	14	3	6	38	100	75	100	93	100	83
32	22	—	1	5	1	1	30	59	—	0	20	0	0
33	18	5	1	10	4	6	44	50	60	100	100	100	100
34	1	1	1	1	1	—	5	100	0	100	0	0	—
35	22	15	14	13	13	11	88	100	93	100	100	100	100
36	1	2	3	5	4	4	19	100	100	67	100	100	100
37	2	1	—	2	2	7	14	100	100	—	100	100	86
38	1	—	—	1	—	—	2	100	—	—	0	—	—
39	1	7	7	10	7	7	39	100	100	43	80	71	71
40	3	1	10	7	8	1	30	33	100	80	43	50	100
41	42	38	29	57	27	41	234	98	92	72	81	56	63
42	27	22	11	22	21	23	126	89	73	100	95	100	91
43	33	29	31	27	33	38	191	58	100	74	76	76	74
44	31	31	16	63	37	47	225	94	97	88	84	95	70
45	2	—	—	—	—	—	2	100	—	—	—	—	—
46	—	3	1	3	1	2	10	—	67	100	100	100	100
47	—	2	—	—	—	—	2	—	0	—	—	—	—
48	—	1	2	3	3	—	9	—	100	100	100	100	—
49	—	1	—	—	1	1	3	—	100	—	—	0	100
50	—	2	1	20	15	8	46	—	100	0	70	67	63
51	—	1	1	3	4	1	10	—	100	100	100	75	100
52	—	—	2	—	3	1	6	—	—	100	—	67	100
53	—	—	2	2	2	1	7	—	—	50	100	0	100
54	—	—	4	—	—	2	6	—	—	75	—	—	100
55	—	—	1	—	4	2	7	—	—	0	—	50	0
56	—	—	1	3	1	—	5	—	—	100	0	100	—
57	—	—	—	1	1	—	2	—	—	—	100	0	—
58	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	100	—	—
59	—	—	—	6	3	4	13	—	—	—	100	33	75
60	—	—	—	1	25	—	26	—	—	—	100	72	—
61	—	—	—	5	1	24	30	—	—	—	60	100	50
62	—	—	—	—	—	6	6	—	—	—	—	—	67
63	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	100

bei den übrigen Firmen findet sich dann eine Steigerung des Procentsatzes an genügenden Papieren und bei den Firmen 8, 15, 35 genügten sämmtliche Papiere den gewährleisteten Eigenschaften.

Ein Vergleich derjenigen Firmen, deren Papiere in den Jahren 1893—1898 sämmtlich genügten, ergiebt Folgendes:

Im Jahre 1893 genügten durchweg die Papiere der Firmen 5, 8, 14, 15, 29, 35
„ „ 1894 „ „ „ „ „ „ 5, 6, 14, 23, 43
„ „ 1895 „ „ „ „ „ „ 8, 15, 35, 42
„ „ 1896 „ „ „ „ „ „ 8, 15, 33, 35
„ „ 1897 „ „ „ „ „ „ 8, 20, 35, 42
„ „ 1898 „ „ „ „ „ „ 8, 15, 35.

Durch die Anzahl der im Jahre 1898 untersuchten Papiere fallen besonders die

Firmen 6 mit 52 Papieren
„ 14 „ 58 „
„ 23 „ 49 „
„ 44 „ 47 „ auf.

Ordnet man die von 1893—1898 untersuchten Wasserzeichen-Papiere nach Verwendungsklassen, so ergiebt sich, daß

1893	1894	1895	1896	1897	1898		1893 %	1894 %	1895 %	1896 %	1897 %	1898 %
4	12	2	4	3	3	Papiere zur Klasse 1 gehörten; hiervon genügten	100	75	100	100	100	100
57	69	53	79	62	59	„ „ „ 2a „ „ „	93	84	90	89	85	88
36	34	28	44	33	39	„ „ „ 2b „ „ „	94	91	100	98	94	90
133	108	134	236	222	172	„ „ „ 3a „ „ „	86	87	83	83	82	79
91	101	90	185	126	163	„ „ „ 3b „ „ „	78	94	78	74	82	77
95	70	69	104	112	100	„ „ „ 4a „ „ „	76	83	71	73	74	72
81	64	61	111	129	86	„ „ „ 4b „ „ „	90	92	80	81	77	80

In der Tabelle Seite 250 ist zur Gewinnung eines Gesammtüberblickes über die Leistungen der verschiedenen Fabriken in den verschiedenen Jahren die Anzahl der Papiere jeder Fabrik nach Firmennummern und Jahren geordnet eingetragen. Die Tabelle wird ein von Jahr zu Jahr interessanter werdendes Bild über die Leistungsfähigkeit und den Antheil einzelner Fabriken bei Behördenlieferungen abgeben. Schon jetzt ergeben sich einige bemerkenswerthe Beobachtungen.

Die Firma 2 hatte 1893 und 1894 verhältnißmäßig schlecht geliefert; sie ist in den nächsten Jahren überhaupt nicht mehr vertreten; bei der Firma 1 ist trotz schlechter Lieferungen in den Jahren 1893—1896 eine Zunahme in der Anzahl der Papiere zu verzeichnen, in den beiden folgenden Jahren indessen eine starke Abnahme; es kann vorweg bemerkt werden, daß die Fabrik 1 im Jahre 1899 bis zur Niederschrift des vorliegenden Berichtes Papiere erzeugt hat, die erheblich besser sind als die früheren; es ist deutlich das Streben ersichtlich, bessere Papiere herzustellen als früher.

---

3. Die Schäfferschen Papierversuche.

Vom Vorsteher der Abtheilung für Papierprüfung W. Herzberg.

In den „Mittheilungen" 1898 Seite 143 wurde über die mikroskopische Untersuchung der Papiermuster von Jakob Christian Schäffer berichtet. Das Ergebniß der Untersuchung war, daß die von Schäffer über die Stoffzusammensetzung seiner Papiere gemachten Angaben mit den Prüfungsergebnissen nicht übereinstimmten. Besonders auffallend war es, daß

Schäffer für 23 Papiere das Vorhandensein von Lumpen in Abrede stellte, während sie sämmtlich Lumpen enthielten und zum Theil fast aus reinen Lumpen bestanden. Bei der Besprechung dieser Arbeit im „Wochenblatt für Papierfabrikation“ äußerte sich Professor Kirchner in Nr. 37 des Jahrganges 1898 u. a. wie folgt:

> „Ein schwerer Vorwurf bliebe aber für Schäffer nach den Ergebnissen immer übrig, wenn man außer acht läßt, daß es sich bei der neuesten Herzbergschen Arbeit nur um Papiere handelt, die von Meckenhäuser auf Bestellung Schäffers gearbeitet sind. Dies ist aber, wie ich in meiner Arbeit, Wochenblatt 1896 Nr. 9, 10 und 11 klar nachgewiesen habe, der Fall, und ich muß nach den Versuchen Herzbergs das dort schon Gesagte deutlicher wiederholen; die erste Auflage 1765—1771 der Schäfferschen Papierversuche ist ungleich werthvoller als die zweite Auflage, weil wir es in den ersten 5 Bänden der ersten Auflage mit von Schäffer selbst zugetheilten Stoffmischungen zu thun haben. Der gutmüthige Meckenhäuser dagegen beging einen Vertrauensbruch gegen Schäffer, wenigstens halte ich so lange daran fest, daß Meckenhäuser gegen Schäffers Wunsch und Auftrag andere Stoffmischungen wählte, als der Text besagt, bis nicht durch Untersuchung der Muster der ersten Auflage (ersten 5 Bände) etwa nachgewiesen ist, daß Schäffer ein gleiches Verfahren beobachtete wie Meckenhäuser.
>
> Nach dem Eindruck, den auch ich von den Bestrebungen, den offenen und durchaus ehrlichen Mittheilungen Schäffers, seinen Vertheidigungen gegen seine Widersacher ꝛc. gewonnen habe, bin ich von vorn herein überzeugt, daß die Versuchsresultate der Muster der ersten Auflage (5 erste Bände) ganz anders lauten werden! —“

Kürzlich ist die Versuchsanstalt in den Besitz der 3 ersten Bände der ersten Schäfferschen Auflage aus dem Jahre 1765 gelangt. Diese Ausgabe enthält nur Muster, welche von Schäffer selbst hergestellt sind. Da es nicht möglich war, die Muster der ersten Ausgabe in gleich umfangreicher Weise zu prüfen wie früher die der zweiten, die Untersuchung vielmehr auf ein sehr geringes Maß beschränkt werden mußte, so wurden aus Band I und II einige Muster geprüft, die nach Angabe von Schäffer von ihm selbst ohne jeden Zusatz von Lumpen hergestellt sind.

Lfde. Nr.	Muster	Stoffzusammensetzung nach Schäffers Angabe	Wörtliche Bemerkung Schäffers über die Zusammensetzung des Musters	Das Muster enthält etwa:
1	Band I, Erstes Muster	Pappelwolle	„da ich alle Ursache zu glauben hatte, daß dieser Pappelzeug keines Zusatzes von Lumpen bedürfen werde, so wagte ich es auch wirklich mit ihm ohne den geringsten Lumpenzusatz.“	95 % Leinen
2	Band I, Siebentes Muster	Weidenholz	„Mein Papierzeug gab die schönsten Bogen, und ohnerachtet ich nicht das Mindeste von Lumpen dazu gethan hatte, so hielten sie doch, so bald sie nur trocken geworden waren, wie das beste Lumpenpapier.“	15 % Leinen
3	Band II, Viertes Muster	Maulbeerbaumbast	„Das vierte Muster ist das von diesen inneren Maulbeerbaumschaalen, und zwar ohne allen Lumpenzusatz, ausgefallene Papier.“	60 % Leinen
4	Band II, Fünftes Muster	Aloeblätter	„und erhielt eine Art Papiers ohne Lumpenzusatz daraus.“	25 % Leinen
5	Band II, Zehntes Muster	Weidenrinde	„Ihr faseriges und bastartiges Wesen ließ mir vermuthen, daß sie keines Zusatzes von Lumpen bedürfen würden: und ich fand es auch so.“	15 % Leinen und Baumwolle
6	Band II, Eilftes Muster	Blätter vom Rohrkolben	„eine Art Papierzeuges, in der Stampfe, welcher mir sogar die Hoffnung gab, er werde auch ohne Lumpenzusatz ein haltendes Papier geben. So erfolgte es auch.“	45 % Leinen und geringe Mengen Baumwolle

Die vorstehende Zusammenstellung zeigt das Ergebniß der Prüfung; sie ergiebt, daß auch diese Muster eine andere Zusammensetzung zeigen, als Schäffer angegeben. Das Ergebniß dieser Prüfung ist naturgemäß erheblich schwerwiegender als das frühere und muß zu anderen Schlußfolgerungen führen, weil eine Beimischung von Lumpenstoff gegen den Willen Schäffers nach dessen eigenen Mittheilungen wohl als ausgeschlossen zu betrachten ist.

Für die Redaktion verantwortlich: A. Martens. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Druck von E. Buchbinder in Neu-Ruppin.

Mittheilungen
aus den
Königlichen technischen Versuchsanstalten
zu Berlin.

Herausgegeben im Auftrage
der Königlichen Aufsichts-Kommission.

XVII. Jahrgang. **1899.** Sechstes Heft.

Bekanntmachung.

Die Herren Minister der öffentlichen Arbeiten, für Handel und Gewerbe und der geistlichen, Unterrichts- und Medicinal-Angelegenheiten haben mittelst Erlasses vom 26. November 1899

A. 4367 M. f. H.
III. 19059 / I. D. 16822 M. d. ö. A.
B. 2867 M. d. g. A.

an Stelle des in den Ruhestand tretenden Wirklichen Geheimen Oberregierungsraths Dr. Wehrenpfennig den Geheimen Oberregierungsrath Herrn Dr. Naumann zum Mitgliede der unterzeichneten Kommission ernannt.

Berlin, den 30. November 1899.

Königliche Kommission
zur Beaufsichtigung der technischen Versuchsanstalten.
gez. Schultz.

---

1. Bericht über die Thätigkeit der Königlichen technischen Versuchsanstalten im Etatsjahre 1898/99.

A. Mechanisch-technische Versuchsanstalt.

Personalbestand.

Während des Rechnungsjahres 1898/99 waren an der Versuchsanstalt thätig: 1 Direktor, 4 Abtheilungsvorsteher, 18 Assistenten, 20 technische Hilfsarbeiter, 1 expedirender Sekretär und Kalkulator, 2 Kanzlisten, 4 Kanzleihilfsarbeiter, 1 Anstaltsmechaniker, 4 Gehilfen, 1 Bureaudiener, 14 Handwerker und Arbeiter, 4 Laboratorienburschen, zusammen 74 Personen.

In der der Versuchsanstalt überwiesenen mechanischen Werkstatt der technischen Hochschule waren 5 Arbeiter beschäftigt.

Zur Förderung der Metallmikroskopie ist von 5 Ministerien für 3 Jahre der Betrag von 4000 Mk. für jedes Jahr zur Verfügung gestellt worden. Für diese Arbeiten ist der Lehrer an der Hüttenschule in Gleiwitz, Ingenieur Heyn, gewonnen worden und seit dem 1. April 1898 an der Versuchsanstalt thätig.

Vermehrung der Hilfsmittel.

Der im vergangenen Jahre in Bestellung gegebene Luftdruckakkumulator und der Belastungsapparat für Kontrolstäbe ist in dem laufenden Jahre in Betrieb gestellt worden.

Ferner wurden beschafft: Ergänzungen der Einspannvorrichtungen für Riemen und Ketten, 2 Kontrolmanometer, Erweiterungen zu den mikrophotographischen Einrichtungen, 1 Ventilator für das Festigkeitszimmer zum Regeln der Luftfeuchtigkeit, 1 Festigkeitsprüfer bis zu 500 kg Kraftleistung (Bauart Schopper), 3 Schoppersche Knitterer, 1 Elektromotor für den Antrieb der Festigkeits- und Knitterapparate, 1 Destillationsapparat nach den neuen zollamtlichen Vorschriften 1898, 1 Autoklav.

Arbeiten der Anstalt.

a. Abtheilung für Metallprüfung.

Die Inanspruchnahme der Abtheilung für Metallprüfung durch Prüfungsaufträge erfuhr in dem abgelaufenen Jahre eine Steigerung um etwa 50% gegen die Vorjahre. Ausgeführt wurden insgesammt 295 Aufträge, von denen 37 auf Behörden und 258 auf Private entfallen. Diese Aufträge umfassen 4112 Versuche und zwar unter Anderem:

1838 Zugversuche (264 mit Stahl, 505 mit Eisen, 17 mit Kupfer, 270 mit Legirungen, 97 mit Riemen, 33 mit Drahtseilen, 377 mit Drähten, 82 mit Faser- und Lederseilen, 47 mit Ketten, 21 mit Rohren, 21 mit Aluminium, 104 mit verschiedenen Materialien).

829 Druck- und Knickversuche (57 mit Stahl, 179 mit Eisen, 197 mit Legirungen, 138 mit Betonproben, 12 mit Rohren, 42 mit Holz, 83 mit Hartgummi, 30 mit Porzellankörpern, 91 mit verschiedenem Material).

142 Biegeversuche (23 mit Stahl, 86 mit Eisen, 12 mit Rohren, 11 mit Betonproben, 10 mit Aluminium).

165 Verdrehungsversuche mit Drähten.

179 Stauch- und Schlagbiegeversuche (6 mit Hartblei, 10 mit Achsen, 163 mit Stahl und Eisen).

344 Technologische Proben (4 Schmiedeproben, 306 Biegeproben, 24 Lochproben, 10 Ausbreiteproben).

15 Scheerversuche mit Metallproben.

24 Reibungsversuche mit Oelen.

27 Ritzversuche mit Stollen-Metallproben.

2 Prüfungen von Pauspapier auf Tusch- und Radirfähigkeit.

Abgelehnt werden mußten

3 Anträge auf Prüfung von Isolirmaterial für Dampfröhren und Dampfkessel, weil die Anstalt zur Zeit auf die Prüfung von Isolirmaterial noch nicht eingerichtet ist.

1 Antrag auf Untersuchung des Widerstandes von Dichtungsringen gegen Dampfdruck wurde an das Maschinenbau-Laboratorium der Technischen Hochschule überwiesen.

1 Antrag auf Untersuchung von Schleifmitteln mußte abgewiesen werden, weil es an geeigneten Methoden für diese Versuche fehlt und die Anstalt bei der starken Inanspruchnahme sich außer Stande sah, ein Versuchsverfahren auszubilden.

THE NEW Y
PUBLIC LIBR
ASTOR, LENOX A
TILDEN FOUNDATI

Unter den voraufgeführten Versuchen mögen folgende besonders hervorgehoben sein:

1. Die Festigkeitsversuche mit Stahlkugeln ergaben, daß der Beginn der Zerstörung bei stetig wachsender Belastung nicht zu erkennen ist. Die Anstalt ist daher dazu übergegangen, Druckversuche mit Stahlkugeln in der Weise auszuführen, daß aus einer größeren Zahl von Versuchen mit verschiedenen Höchstlasten diejenige Belastung ermittelt wird, bei der die erste Rißbildung wahrgenommen werden kann. Um die Risse deutlicher hervortreten zu lassen, werden die auf Druck beanspruchten Kugeln in schwach sauerem Wasser angeätzt. Neben den Belastungen werden die Abflachungen der Kugeln ermittelt.

2. Versuche über die Widerstandsfähigkeit von Stahldrähten verschiedenen Härtegrades gegen Rosteinflüsse. Hierzu wurden Proben der verschiedenen Drahtsorten gleichzeitig im Freien aufgehängt und nach 7 verschiedenen Zeiten (bis zu $1^1/_2$ Jahren) Zug-, Biege- und Verwindungsversuchen unterworfen. Hierbei zeigte sich, daß der Einfluß des Rostens bei allen drei Versuchsarten deutlich zu Tage trat. Am größten war der Einfluß bei den Verwindungsproben. So nahm z. B. die Zugfestigkeit der Drahtsorte mit ursprünglich 147,5 kg/qmm innerhalb 12 Monaten auf 127,4 kg/qmm, die Dehnung von 1,5 auf 1,1 %, die Zahl der Biegungen von 11,8 auf 5,2 und die Zahl der Verwindungen von 21,8 auf 2,7 ab.

3. Wiederholte Anträge auf vollständige Untersuchung von verschiedenen Gußeisensorten auf Biegungs-, Zug-, Druck- und Stauchfestigkeit. Die Ergebnisse sind in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1898, Heft 48 und 49 veröffentlicht.

4. Dauerversuche mit Bronzen. Hierbei wurden Zerreißproben 3000 mal zwischen 8 und 30 kg/qmm belastet und beim Entlasten erschüttert. Die Versuche ergaben, daß durch die wiederholte Inanspruchnahme nur die Streckgrenze um Weniges gehoben war, während die Bruchfestigkeit und die Bruchdehnung nicht merklich beeinflußt wurden.

5. Druckversuche mit Holzproben zum Vergleich verschiedener Holzsorten hinsichtlich des Einflusses der Wasseraufnahme und des Imprägnirens auf die Festigkeitseigenschaften.

6. Zug- und Biegeversuche mit Winkelstücken aus Aluminium. Die Zugversuche ergaben folgende Mittelwerthe: Proportionalitätsgrenze 6 kg/qmm, Streckgrenze 12 kg/qmm, Bruchfestigkeit 14—15 kg/qmm und Bruchdehnung 5—6 %.

7. Prüfung von nahtlosen und geschweißten T-Rohrstücken und von Stücken aus Temperguß und gepreßtem Schmiedeeisen auf Festigkeit gegen inneren hydraulischen Druck. Die Versuche ergaben für die geschweißten und Tempergußstücke gleiche Festigkeit, die von der Festigkeit der nahtlosen Stücke erheblich übertroffen wurde. Das Gewicht aller Stücke war annähernd das gleiche.

8. Wiederholte Versuche mit Lagermetallen zur Feststellung der Festigkeitseigenschaften und des Verhaltens beim Reibungsversuch.

9. Zugversuche mit Nietverbindungen zur Feststellung des Einflusses der Form des Nietschaftes auf die Festigkeit der Verbindung.

10. Versuche mit Stahlformguß und Temperguß bei verschiedenen Wärmegraden sowie im geglühten und abgeschreckten Zustande. Die Versuche ergaben, daß beim Stahlformguß die Proportionalitäts- und Streckgrenze mit steigender Wärme beständig abnahm, während die Zugfestigkeit bei etwa 200 C° den höchsten Werth aufwies; bei 400 ° war die Festigkeit nur wenig geringer als bei Zimmerwärme, während sie bei 600 ° kaum 50 % der letzteren betrug. Die Bruchdehnung war bei 200 C° am geringsten und zeigte auch bei 400 ° noch eine Einbuße gegenüber den bei Zimmerwärme und 600 C° gefundenen Werthen.

Die Festigkeitseigenschaften des Tempergusses wurden durch Erhitzen auf 200 und 400° nicht nennenswerth verändert, bei 600° war die Festigkeit um 30 bis 40% geringer als bei Zimmerwärme, die Bruchdehnung etwas größer. Das Ausglühen bei 600 C° veränderte die Eigenschaften beider Gußsorten nicht in nennenswerthem Maße. Ebenso wurden die Zugfestigkeit und Dehnung von Temperguß durch Abschrecken nicht beeinflußt, die Festigkeit des Stahlformgusses dagegen um etwa 10% erhöht.

11. Versuche mit drahtumwickelten Gummischläuchen (etwa 110 Windungen auf 1 m Länge) auf inneren hydraulischen Druck ergaben bei 16 mm innerem Durchmesser der Schläuche 80—90 Atm. Bruchlast. Die Drähte schnitten mit steigendem Druck in den Gummi ein und der Bruch erfolgte schließlich in der Richtung der Drahtumwickelung. Gummischläuche ohne Drahtumwickelung aber mit Leineneinlage ergaben bei 16 mm innerem Durchmesser 50—60 Atm. Bruchlast.

Ferner sind zu nennen Abnahmeproben mit Material für den Eisenbahnbau, Prüfungen von Eisenbahn-Schotter, nach dem in den Mittheilungen 1897 Seite 279 und folgende beschriebenen Verfahren. Versuche mit Cement- und Thonröhren auf äußeren und inneren hydraulischen Druck, ferner Versuche mit Gasflaschen auf Widerstandsfähigkeit gegen Zersprengen und die Feststellung der Eigenschaften des Materials; und schließlich Härte- und Festigkeitsproben mit einem neuen Werkzeugstahl.

Außer den vorerwähnten Materialproben lagen zur Prüfung vor:

a) Behälter zum Transport von Carbid. Ihre Prüfung erstreckte sich auf die Ermittelung der Wirkung des zum Behälter gehörigen Sicherheitsventils und der Bruchfestigkeit der Behälter.

b) Gefäßverschlüsse, an denen die Widerstandsfähigkeit der einzelnen Theile gegen Formänderungen und die Dichtigkeit der Verschlüsse dem Verwendungszweck entsprechend geprüft wurden.

c) Isolatoren verschiedener Form und Untersätze für elektrische Zwecke auf Widerstandsfähigkeit gegen Zerdrücken.

d) Sandsteine zur Prüfung auf Zugfestigkeit und Bestimmung des Raumgewichts behufs Schaffung der Unterlagen für die Berechnung der Widerstandsfähigkeit des Steines bei der Verwendung als Schleifstein.

Für den Fahrradbau wurden Versuche mit ganzen Rahmen auf Biegungsfestigkeit, Druckversuche mit Sattelpolstern, Federungsversuche mit Sattelklemmen und Zugversuche mit 4 verschiedenen Rohrverbindungen angestellt. Ferner wurden Biegeversuche mit Rohren verschiedenen Profils ausgeführt, um den Einfluß des Letzteren auf die Tragfähigkeit der Rohre zu ermitteln. Zu den vorgenannten Versuchen mit Rohrverbindungen ist zu erwähnen, daß die Güte der Verbindungen nicht ausschließlich nach ihrer Zugfestigkeit beurtheilt werden kann. Man hat vielmehr daneben in Betracht zu ziehen, ob die Verbindung derart gewählt ist, daß sie ihre Festigkeit auch bei den Betriebserschütterungen andauernd bewahrt. Auch hierauf sollten die Anträge gerichtet werden.

Zwecks Erlangung der baupolizeilichen Genehmigung zur Ausführung von Baukonstruktionen wurden mehrfach Versuche mit Treppen aus Kunststein angestellt. Hierzu sind Treppenläufe, bestehend aus 6 Stufen, herzurichten. Bei freitragenden Treppen wird nur die unterste Stufe in der ganzen Länge unterstützt. Die Versuche erstreckten sich auf die Ermittelung der gesammten und bleibenden Durchbiegung und der Verdrehung der einzelnen Stufen bei wachsender Belastung. Letztere wird bei gleichmäßiger Vertheilung auf die obersten

4 Stufen ausgeübt und bis zum Bruch gesteigert. Die Anstalt besitzt hydraulisch betriebene Einrichtungen, um derartige Versuche bis zur Höchstlast von 45000 kg auszuführen.

Ebenso wie im Vorjahre lagen wiederholt Anträge auf Untersuchung gebrochener und im Betriebe schadhaft gewordener Konstruktionstheile vor, um den Nachweis zu erbringen, ob die Ursache des Schadhaftwerdens auf mangelhaftes Material zurückzuführen war.

In steigender Zunahme sind die Anträge auf Prüfung von Festigkeits-Probirmaschinen begriffen. Im abgelaufenen Jahre gelangten 5 derartige Anträge zur Erledigung und 2 gleichartige Anträge mußten auf das neue Jahr verschoben werden. Die Prüfungen erfolgten im Auftrage von Behörden und Hüttenwerken. Außerdem wurden zur Prüfung von Zerreißmaschinen wieder mehrere Kontrolstäbe in der Anstalt gefertigt und mit Bescheinigungen über die elastische Dehnung an die Auftraggeber abgegeben.

Die Maschinenprüfungen führten zu dem Ergebniß, daß es oft recht wohl zulässig ist, bei hohen Belastungen die Kraftwirkung unmittelbar aus Wasserdruck und Kolbenfläche zu berechnen und einen durch Versuche zu bestimmenden bei allen Belastungen gleichbleibenden Werth für Reibungsverlust in Abzug zu bringen. Vorausgesetzt ist hierbei, daß der Kolben und die Kolbendichtung stets in gleich gutem Zustande erhalten werden.

Eine besonders interessante auf Antrag ausgeführte Aufgabe bestand darin, die Wirkung von verdichteter Kohlensäure (60 Atm.) bei Brüchen von unter der Erde verlegten Rohren auf das benachbarte Erdreich festzustellen. Um bei den Versuchen Rohrbrüche sicher bei 60 Atm. zu erzielen, wurde das Rohrende durch eine 0,25 mm dicke Kupferplatte abgeschlossen. Hinter die Platte war ein Ring gelegt, dessen lichte Weite auf Grund einer Reihe von Vorversuchen derart bemessen wurde, daß die Platte bei 60 Atm. zum Bruch ging.

In 11 Fällen gab die Abtheilung im Anschluß an die ausgeführten Versuche Gutachten ab. Diese betreffen:

1. Die Beschaffenheit des Materials verschiedener Gummiringe und Riemen;
2. Sprengversuche mit Rohrleitungen;
3. die bedingungsgemäße Lieferung von Kupferstehbolzen, Kupferblech und Bronze;
4. die Verwendbarkeit von Stahldrähten zur Herstellung von Kugeln;
5. die Güte des Materials von Verschlußhaken;
6. Vergleiche der Festigkeitseigenschaften von Aluminiumnickelbronze mit den Festigkeitseigenschaften bekannter Aluminiumbronzen;
7. die Formen der Probestäbe bei Zerreißversuchen;
8. die Art des Materials von Eisenproben.

Auf der 500 t-Maschine gelangten neben zahlreichen Druckversuchen mit großen Betonblöcken und den schon früher erwähnten Versuchen mit Gelenkquadern, Knickversuche mit einer Marmorsäule, Zerreißversuche mit einem Drahtseil geschlossener Konstruktion von 120 mm Durchmesser, Zugversuche zur Ermittelung des Widerstandes von Klemmringen auf Seilen gegen Gleiten und vergleichende Versuche mit hohlen und vollen Bolzen auf Druckfestigkeit zur Ausführung.

Unter den größeren Versuchsreihen, welche zur Durchführung gelangten, mögen erwähnt sein:

a) Die Fortsetzung der Untersuchungen an Nickel-Eisen-Legirungen im Auftrage des Vereins für Gewerbefleiß. Sie erstreckten sich auf Legirungen, bei denen theils der Kohlenstoffgehalt, theils der Nickelgehalt wechselten. Die Legirungen

wurden zunächst in gleicher Weise wie bei der früheren Versuchsreihe mit nahezu kohlenstofffreiem Nickel-Eisen im gegossenen Zustande auf Zug-, Druck-, Stauch- und Scheerfestigkeit untersucht. Weitere Prüfungen mit demselben Material in geschmiedetem und gewalztem Zustande sind eingeleitet.

b) Die Versuchsreihe 2 mit blaugewordenem Kiefernsplintholz. Die Versuche bestätigen im Wesentlichen die Ergebnisse der Versuchsreihe 1 und geben ferner Aufschluß über den Einfluß der Fällzeit auf die Festigkeit des Holzes (s. Mitth. 1899. Heft 5).

c) Die Fortsetzung der Versuche über die Widerstandsfähigkeit von Grob- und Feinblechen gegen Rosten.

b. Abtheilung für Baumaterialprüfung.

Die Abtheilung für Baumaterialprüfung ist im Rechnungsjahr 1898/99 wieder erheblich stärker beansprucht worden als im Vorjahre, namentlich hat der Verkehr mit Behörden stark zugenommen.

Die Anträge betrafen neben der Kontrole von Lieferungen auch in diesem Jahre vielfach neue Erzeugnisse, deren Eigenschaften festzustellen waren, um sie richtig bewerthen oder ihre Fabrikation den Eigenschaften entsprechend ändern zu können. Außerdem bezweckten die Prüfungen vielfach die richtige Auswahl und Zusammensetzung der Baustoffe für öffentliche Bauten. (Neubau eines Gefängnisses in Berlin, Anlegung eines Stauweihers zur besseren Wasserversorgung der Stadt Gotha, Neubau der Lingese-Thalsperre, Bau der Barmer Thalsperre im Herbringhauser Thal an der Wupper, Bau der Ronsdorfer Thalsperre, Neubau des Geschäftsgebäudes für das Geheime Civilkabinet zu Berlin, Neubau des Amtsgerichts zu Neudamm i. M., Neubau des Instituts für Infektionskrankheiten zu Berlin u. s. w.)

Die Abtheilung für Baumaterialprüfung bearbeitete 403 Aufträge mit 23 839 Versuchen gegen 363 Aufträge mit 17 963 Versuchen im Vorjahre. Sowohl die Zahl der Aufträge wie der Einzelversuche war somit erheblich höher als im Vorjahre.

Von den Anträgen entfallen 108 auf Behörden und 295 auf Private:

Auf die einzelnen Staaten entfallen:

Heimath des Antragstellers	Behörden	Private	Zusammen
Preußen ohne Berlin	65	167	232
Berlin	25	78	103
Baden	2	3	5
Bayern	—	3	3
Sachsen	13	3	16
Andere deutsche Bundesstaaten	1	28	29
Ausland: Belgien	1	1	2
Rumänien	—	1	1
Holland	1	2	3
Amerika	—	1	1
Oesterreich-Ungarn	—	2	2
Frankreich	—	2	2
Rußland	—	3	3
Schweden	—	1	1
Zusammen	108	295	403

Von den ausgeführten Versuchen entfallen:

16 952 auf Bindemittel,

6 887 auf Steine aller Art und Verschiedenes.

Auf Grund der 403 Aufträge wurden geprüft: 122 Cemente, 3 Cementkalke, 66 Bruchsteinsorten, 52 Ziegelsteinsorten, 44 Betonmischungen, 18 Fußbodenbeläge (Cement- und Thonplatten), 42 Arten künstliche Steine (ohne gebrannte Ziegel), 11 Kalkarten, 8 Kalk-Traßmörtel, 8 abgebundene Mörtel und Estrich, 3 feuerfeste Thone, 8 Arten von Dachziegeln, 1 Dachschiefer, 3 Arten Thon- und Steinzeugröhren und 1 Art Cementröhren, 3 Arten Leder, 4 Stoffe auf Feuersicherheit (Glas- und Wandplatten und Gipsdielen), 3 Arten feuerfeste Steine, 23 Deckensysteme, 1 Art Treppenstufen, 1 Art Sand, 1 Basaltmehl, 1 Art Glasplatten, 3 Arten Holz, 29 verschiedene Materialien (Gipsdielen, Dachbedeckungsstoffe, Papyrolith u. s. w.), sowie 9 Hammerapparate und 5 Mörtelmischer.

Insgesammt sind 459 Baustoffe und 14 Apparate geprüft.

Die Prüfung der Mörtelmischer ist neu eingeführt und die Prüfung der Hammerapparate weiter ausgebildet worden. (Vergl. Mittheilungen 1898, S. 93.)

Abgelehnt werden mußten, weil die erforderlichen Probeöfen in den gegenwärtig benutzten Räumen nicht aufgestellt werden können:

6 Anträge auf probeweises Brennen von Thon zu Ziegelmaterial,

3 Anträge auf probeweises Brennen von Thon zu Cement,

2 Anträge auf probeweises Brennen von Kalk und Thon zu Cement,

3 Anträge auf probeweises Brennen von Kalk für Mörtelzwecke.

Außerdem mußte ein auf Veranlassung des Kaiserlichen Patentamtes gestellter Antrag auf Erprobung neuer Decken abgelehnt werden, weil die Ausführung der Prüfung in bedeckten Räumen gefordert wurde und die vorhandenen Räumlichkeiten für die großen Prüfungsobjekte nicht ausreichten.

Im Uebrigen hat die Prüfung der Deckenkonstruktionen auch im Betriebsjahre wieder die Versuchsanstalt erheblich beansprucht.

Mit Verfügung vom 2. Mai 1898 (T. V. A. 97) hat die Königliche Kommission zur Beaufsichtigung der technischen Versuchsanstalten angeordnet, daß nur solche Deckenkonstruktionen geprüft werden sollen, welche von dem Königlichen Polizei-Präsidium in Berlin als förderlich für die Verbesserung derartiger Konstruktionen anerkannt und befürwortet werden.

Auf diese Weise sind im Berichtsjahre geprüft worden:

15 Arten von Hohlsteindecken und Vollsteindecken mit verschiedenen Eiseneinlagen und ohne solche Einlagen in Spannweiten von 1,20 bis 4,15 m, darunter Kleinesche Decken, Müllersche Decken, Herkulesdecken, Massivdecken, Germaniadecken, Omegasteindecken und andere; 6 Arten Betondecken und zwar Monierdecken, Betondecke System Stolte, Stampfbetongewölbe, Spiraleisen-Betondecken, Voutendecken u. s. w. bis zu 3 m Spannweite; ferner Gipsdecken System Düsing und armirte Estrichplatten.

Die Beanspruchung der Abtheilung durch diese Versuche war so groß, daß der auf dem Platze der Hochschule verfügbare, leider unbedeckte und deshalb allen Unbilden der Witterung ausgesetzte Raum den ganzen Sommer und den größten Theil des Winters über völlig besetzt war; eine Reihe von Versuchen mit größeren Objekten mußte außerhalb des Grundstücks der Hochschule vorgenommen werden.

Auch für Brandproben mußte sich die Versuchsanstalt um einen geeigneten Platz außerhalb der Hochschule bemühen und fand einen solchen, dank dem Entgegenkommen des Magistrates Charlottenburg, in dem Grundstück der städtischen Zwischenpumpstation, Salzufer Nr. 21, wo bereits eine größere Anzahl von Brandproben im Beisein der Vertreter der Baupolizei-Behörden und Feuerwehren von Berlin und Charlottenburg stattgefunden hat. So wurden im Berichtsjahre in eigens hierzu errichteten Gebäuden J. H. Schäffers Patentgipsplatten, Bauwände mit einliegendem Jutegewebe und Siemensche Drahtglasplatten zugleich mit Falconierbausteinen auf Feuersicherheit geprüft. Besondere Proben auf Tragfähigkeit und Feuersicherheit wurden außerdem mit Kunsttuffsteinplatten und mit einer freitragenden Treppe aus Eisen und Beton ausgeführt.

Die Prüfung der künstlichen Bausteine hat eine weitere Steigerung erfahren, seitdem die nach drei verschiedenen Verfahren arbeitende Fabrikation der Kalksandziegel weitgehendes Interesse aller Baukreise gefunden und bedeutende Beunruhigung in die Ziegelindustrie getragen hat.

Aus den Prüfungen ging hervor, daß die Herstellung der Kalksandziegel ersichtlich gegen früher Fortschritte gemacht hat.

Eine ganze Reihe neuer Stoffe gelangte während des Berichtsjahres zur erstmaligen Prüfung, von denen genannt seien: Cementhohlsteine, Gipshohlsteine, Betonkaminsteine, Kunstthon, Granulinasphalt, Neutralitbelag, Zahnmasse, Platten aus Glasabfällen hergestellt u. s. w. Betonsteine in Ziegelform wurden geprüft, nachdem vorher die zur Fabrikation derselben bestimmten Materialien einzeln untersucht waren. Sie erwiesen sich als brauchbare Bausteine. Schlackensteine wurden in Form von Mauerwerkskörpern auf Druckfestigkeit geprüft. Die 6 Schichten hoch aufgemauerten Körper ergaben nach 14 Tagen Alter eine mittlere Druckfestigkeit von 47 kg/qm.

Rechteckige Steinzeugröhren mit nebeneinander angeordneten Löchern zur Aufnahme von Kabeln wurden ebenfalls auf Druckfestigkeit geprüft und erwiesen sich als ausreichend fest.

Für eine Garnison-Bauverwaltung wurde ein Beton geprüft, der zu einer großen Fundamentplatte verarbeitet worden war. Der Beton erwies sich als mangelhaft zusammengesetzt und wenig fest, so daß das darauf errichtete Gebäude in Gefahr des Einsturzes stand. Für eine andere Garnison-Bauverwaltung wurde ein Putzmörtel geprüft, der sich gegen den Schlagregen als undicht erwiesen hatte und das betreffende Gebäude nicht vor Durchfeuchtung schützte. Auch hier ergab sich mangelhafte Zusammensetzung.

An umfangreicheren Prüfungen beschäftigten die Abtheilung folgende:

1. Fortsetzung der Versuche zur Auswahl der Baumaterialien für eine Thalsperre in Thüringen; mit Hilfe der Versuche gelang es, dichte und zugleich feste Mörtel aus den zur Verfügung stehenden Rohmaterialien herzustellen;
2. Cementuntersuchungen zur Kontrole der Lieferungen für den Bau städtischer Gasbehälter. (Die Cemente verschiedener Lieferungen erwiesen sich als minderwerthig);
3. Cementuntersuchungen zur Kontrole der Lieferungen für den Bau einer Bahnüberführung;
4. Cementuntersuchungen zur Kontrole der eigenen Fabrikate einer Cementfabrik.
5. Betonprüfungen zur Kontrole der fortschreitenden Arbeiten und der verschiedenen Lieferungen für den Bau eines Centralbahnhofes;

6. Betonprüfungen zur Kontrole der Mischungen für Fundamente;
7. Bruchstein- und Mörtelprüfungen für den Bau zweier Thalsperren im Rheinland;
8. Prüfungen von Kaminsteinen und Schornsteinmauerwerk, deren Ergebnisse inzwischen veröffentlicht sind. (Vergl. Mittheilungen 1899 S. 3).

Seitens der Gerichte wurde die Abtheilung im Berichtsjahre in 6 Fällen in Anspruch genommen.

In einem Falle handelte es sich um Ausstellung eines Gutachtens über einen Cement, der vorher geprüft worden war; in einem anderen um Prüfung eines Cementes, der nach der Klage in unbrauchbarem Zustande (in zersprungenen Fässern) angeliefert war. Der Cement enthielt übermäßig viel Aetzkalk.

Ein dritter und vierter Fall erstrebte die Aufklärung von Meinungsverschiedenheiten über mangelhaft erhärtete Cementfußböden, an deren schlechter Erhärtung der Cement die Schuld tragen sollte. Die Untersuchung lieferte hierfür keinen Beweis, vielmehr waren die Ursachen des ungenügenden Erhärtens in mangelhafter Verarbeitung des Betons zu suchen. Ein weiterer Fall behandelte die Prüfung von 5 Mörtelproben, die aus einem Hause entnommen wurden und so schlecht waren, daß sie die Bezeichnung „Mörtel" nicht mehr verdienten. Im letzten Falle endlich wurde die Entscheidung der Versuchsanstalt in einer Strafsache angerufen, in der es sich um Verbesserung von Sohlenleder in Bezug auf Abnutzbarkeit durch besondere Bearbeitung handelte, die nachzuweisen war.

In 5 Fällen wurden Gutachten über Cemente ausgefertigt, die vorher eingehend geprüft waren.

Die Vervollkommnung der Cementprüfungsapparate und die Vorarbeiten für die bessere Herstellung und Kontrole von Normalsand erforderten wiederum erheblichen Zeitaufwand. Die Versuche mit Cementmörteln und Betonmischungen bei Erhärtung in Leitungswasser, in eisenhaltigem Wasser und in Moorwasser, ausgeführt im Auftrage des Herrn Ministers der öffentlichen Arbeiten, wurden fortgesetzt. Die Versuche über die Raumbeständigkeit von 10 Portland-Cementen nach den sogenannten beschleunigten Verfahren wurden abgeschlossen. Ueber die Ergebnisse hat der Abtheilungsvorsteher gesondert berichtet. (1. Sonderheft der Mittheilungen 1899).

Außerdem sind folgende Arbeiten der Abtheilung veröffentlicht worden:

Prüfung der Hammerapparate;

Normalsande;

Prüfung natürlicher Gesteine in den Betriebsjahren 1895/96 bis 1897/98.

Kleine Mittheilungen:

Verwendbarkeit verwitterter Gesteine zu Bauzwecken.

Prüfung von Trottoirplatten auf Haftvermögen.

Thon als Dichtungsmaterial.

c. Abtheilung für Papierprüfung.

In der Abtheilung für Papierprüfung wurden 815 Anträge erledigt, von denen 432 auf Behörden und 383 auf Private entfallen. Sie umfassen die Prüfung von 1666 Papiersorten, 69 Stoffproben (Segeltuche, Zeltstoffe, Leinwand-, Garn-, Werg- und Filzproben, Fischnetze), 10 Celluloseproben, 4 Faserstoffen, 3 Sägemehlproben, 2 Strohstoffen, 2 Nitrirstoffen, einem Filtrirstoff und einem Zugfestigkeitsprüfer.

Die Anzahl der geprüften Objekte betrug demnach 1758 gegen 1589 im Vorjahr.

Von den 815 Anträgen gingen 29 aus dem Auslande ein. Auf die verschiedenen Länder vertheilen sich diese wie folgt:

Oesterreich-Ungarn	7	Anträge	(9 Papiere, 5 Torfpapiere, 1 Gutachten).
Schweiz	7	„	(10 Papiere).
England	3	„	(1 Papier, 6 Zellstoffe).
Rußland	3	„	(3 Papiere).
Dänemark	3	„	(6 Papiere).
Schweden	2	„	(3 Papiere).
Holland	2	„	(2 Papiere).
Norwegen	1	Antrag	(1 Papier).
Frankreich	1	„	(1 Papier).

Die Untersuchung der 1666 Papiere bezweckte in den meisten Fällen die Feststellung ihrer Stoff- und Festigkeitsklassen behufs Einreihung in eine der Verwendungsklassen. Bei den übrigen Papieren wurden einzelne Eigenschaften oder Gruppen von Eigenschaften für besondere Zwecke ermittelt.

Auf die verschiedenen Ansätze der Gebührenordnung vertheilen sich die ausgeführten Prüfungen wie folgt:

I. Papierprüfungen.

Ansatz	313	(Vollständige Untersuchung) [1]	791 Papiere.
„	300	(Festigkeit und Dehnung)	161 „
„	301	(Widerstand gegen Zerknittern)	315 „
„	302	(Aschengehalt)	77 „ u. 1 Strohstoff.
„	305	(Dicke und Gewicht)	13 „
„	306	(Verholzte Fasern)	12 „
„	307	(Bestimmung der Art der verholzten Fasern)	6 „
„	308	(Schätzung der Menge der verholzten Fasern nach Herzberg)	16 „
„	309	(Mikroskopische Untersuchung)	58 „ 2 Nitrirstoffe, 2 Faserstoffe, 2 Baumwollstoffe.
„	310	(Schätzung des Mengenverhältnisses der Faserarten)	106 Papiere, 1 Filtrirstoff, 1 Faserstoff.
„	311	(Verschiedene Untersuchungen, theils chemischer, theils physikalischer, theils mikroskopischer Natur)	111 Papiere, 10 Cellulosepoben, 1 Strohstoff, 3 Sägemehlproben.
„	116	(Mikrophotographische Aufnahme)	3 Papiere.

II. Stoffprüfungen.

Ansatz	314	(Festigkeit und Dehnung in Kette und Schuß)	10 gewebte Stoffe verschiedener Art.

[1] Vollständige Untersuchung eines Papiers nach den Ansätzen 300, 301, 302, 309 und Leimfestigkeit.

Ansatz 317 (Bestimmung der Faserart in Kette und Schuß) . . .	37	gewebte Stoffe verschiedener Art, 5 Garne, 1 Filzprobe, 1 Wergprobe.
„ 320 (Vollständige Untersuchung)[1])	15	gewebte Stoffe verschiedener Art.

III. Apparateprüfungen.

Ansatz 108	1	Zugfestigkeitsprüfer (Bauart Schopper).

Auf Antrag einer Behörde wurden deutsche und englische Bekleidungsstoffe (Baumwollstoffe) auf Wasserdichtigkeit und Waschbarkeit untersucht. Die englischen Stoffe waren nach einem neuen englischen Verfahren imprägnirt und sollten dem Waschen und den Einflüssen der Witterung besonders großen Widerstand leisten. Im ursprünglichen Zustande waren sämmtliche Proben in hohem Grade wasserdicht, die deutschen Stoffe zeigten diese Wasserdichtigkeit auch noch nach dem Waschen, während die englischen, obwohl sie erheblich dicker waren als die deutschen, schon nach einmaligem Waschen mehr oder weniger wasserdurchlässig geworden waren.

Von den durch Ansatz 500 und 501 der „Vorschriften" gewährten Preisermäßigungen machten 1 Behörde, 2 Fabriken und 2 Handelsfirmen Gebrauch.

10 Volontäre wurden im Etatsjahr 1898/99 in der Abtheilung für Papierprüfung ausgebildet; von diesen waren

6 aus Deutschland
2 „ Oesterreich
1 „ Norwegen
1 „ Nord-Amerika.

3 neue Wasserzeichen sind im Rechnungsjahr 1898/99 angemeldet worden und zwar die der Fabriken

Oscar Dietrich, Weißenfels a. S.
J. P. Sonntag, Emmendingen (Baden) und
Papierfabrik Wolfegg (Württemberg).

Die Anmeldung der Wasserzeichen ist im „Reichsanzeiger" veröffentlicht worden.

Auf Grund des erweiterten § 9 der „Vorschriften für die Lieferung und Prüfung von Papier zu amtlichen Zwecken" erhielten 29 Papierfabriken regelmäßige Mittheilungen über die mit ihren Papieren im Auftrage von Behörden ermittelten Versuchsergebnisse. Diese Mittheilungen haben sich in hohem Maße als werthvoll für die Industrie erwiesen und sollten in ihrem eigenen Interesse von allen Fabriken gefordert werden. Im Betriebsjahr 1898/99 sind insgesammt 394 solcher Mittheilungen an die erwähnten 29 Fabriken versandt worden.

Gegen § 7 der „Vorschriften", welcher vorschreibt, daß zur Prüfung 10 Bogen Papier, zwischen steife Pappdeckel verpackt, einzureichen sind, wird vielfach verstoßen; theils werden nur 1—2 Bogen geschickt, theils die vorgeschriebene Anzahl, aber gekniffen. In beiden Fällen muß die Einsendung vorschriftsmäßigen Probematerials gefordert werden; das giebt Zeitverlust.

[1]) Vollständige Untersuchung eines Stoffes nach den Ansätzen 314, 316—319.

Die der Versuchsanstalt von verschiedenen Behörden gemachten Mittheilungen über Erfahrungen mit Normalpapieren in den Akten lauten ausnahmslos günstig; durchweg wird hervorgehoben, daß sich die Akten seit der Verwendung von Normalpapier in einem erheblich besseren Zustand befinden als früher.

Die Frage, inwieweit es gebräuchlich sei, bei sogenannten „holzfreien" Papieren geringe Beimengungen verholzter Fasern zuzulassen, ohne das Papier deshalb zu beanstanden, gab der Versuchsanstalt Veranlassung zu einer Rundfrage bei den Papierfachvereinen, verschiedenen Fabrikanten und Händlern. Ueber das Ergebniß dieser Umfrage wird in den „Mittheilungen" demnächst ausführlich berichtet werden. Hier sei nur kurz bemerkt, daß durch die Umfrage festgestellt wurde, daß ein Handelsgebrauch in der erwähnten Frage nicht besteht. Die Ansichten der befragten Stellen gehen sehr auseinander. Die Händler und eine Anzahl von Fabrikanten verlangen, daß ein als holzfrei geliefertes Papier auch nicht eine Spur verholzter Fasern enthalten soll. Der übrige Theil der Fabrikanten will geringe Beimengungen für zulässig halten, einzelne Fabrikanten sogar bis zu 5%. Beide Forderungen dürften als zu weitgehend bezeichnet werden. Die Versuchsanstalt wird nach wie vor Papiere, welche Spuren verholzter Fasern enthalten, wegen dieser nicht beanstanden.

Zur Prüfung von Apparaten, welche als Ersatz für das Handknitterverfahren vorgeschlagen sind, wurde im letztjährigen Haushaltsetat eine Summe zur Verfügung gestellt. Im Oktober 1898 wurden drei Schoppersche Knitterapparate beschafft und zunächst auf ihre mechanische Ausführung geprüft. Seitdem wird mit den 3 Apparaten praktisch gearbeitet, indem die amtlich zu prüfenden Papiere gleichzeitig mit den Knitterern geprüft werden. Obwohl bereits ein ziemlich umfangreiches Versuchsmaterial vorliegt, reicht es doch bei Weitem nicht aus, um ein Urtheil darüber abzugeben, ob der Apparat geeignet sein wird, das Handknitterverfahren zu ersetzen. Die Versuche werden fortgesetzt, indessen wird es voraussichtlich erst im Laufe des nächsten Jahres möglich sein, ein Urtheil abzugeben.

Vom Königlichen Staatsministerium erhielt die Versuchsanstalt den Auftrag, Vorschläge darüber zu machen, ob und welche Aenderungen etwa an den „Vorschriften für die Lieferung und Prüfung von Papier zu amtlichen Zwecken" auf Grund der gemachten Erfahrungen vorzunehmen seien. Die Versuchsanstalt schickte eine Umfrage an die Fachvereine, an sämmtliche Normalpapierfabrikanten und an eine große Anzahl Händler. Das eingegangene umfangreiche Material wird gesichtet und demnächst in den „Mittheilungen" besprochen werden.

Ueber die Möglichkeit der Verwendung von Normalpapieren seitens des Publikums im Verkehr mit den Behörden wurde von der Versuchsanstalt ein Gutachten eingefordert. Auch hier wurden die Fachkreise um Aeußerung ersucht. Die Meinungen gingen sehr auseinander, sie werden in den „Mittheilungen" auszugsweise veröffentlicht werden.

Um den Einfluß des Bedruckens auf die Festigkeitseigenschaften von Papier zu ermitteln, wurde eine Reihe planmäßig angelegter Versuche ausgeführt.

Es ergab sich, daß durch das Bedrucken die Festigkeitseigenschaften der untersuchten Papiere nicht beeinflußt waren.

Die aus der Abtheilung für Papierprüfung hervorgegangenen Abhandlungen und zwar:

1. die Schäfferschen Papierversuche,
2. Zeitungsdruckpapier,
3. Ausbildung im Papierprüfen,

4. Hektographenpapier,
5. Holzfreies Papier,
6. Tauenpapier

sind in den „Mittheilungen" 1898 veröffentlicht worden.

d. Abtheilung für Oelprüfung.

Im vergangenen Betriebsjahr wurden in der Abtheilung für Oelprüfung 561 Proben zu 313 Anträgen geprüft (gegenüber 555 Proben und 326 Anträgen im Vorjahre). Von den Anträgen entfielen 190 mit 339 Proben auf Behörden, 123 mit 222 Proben auf Private. 3 Anträge entfielen auf Oesterreich-Ungarn, die übrigen auf Deutschland. Für Behörden wurden 331 Mineralöle, 25 fette Oele (Rüböl, Klauenfett ꝛc.), 1 Petroleumbenzin geprüft. Die für Private geprüften Proben betrafen 158 Mineralöle, 9 fette Oele, 21 Gemische von fetten Oelen und Mineralölen, 1 Wollspicköl, 4 konsistente Fette, 13 Ceresin- und Paraffinproben, 3 Petroleumproben, 1 Lucin, 1 Solubol, 1 Schmierseife, 9 Asphaltproben, 1 Pechrückstand. Von Apparaten wurde 1 Flammpunktsprüfer untersucht. Gutachten wurden im Ganzen 7 ausgestellt.

Aus den Untersuchungen der einzelnen Proben ist folgendes hervorzuheben.

Das Wollspicköl enthielt zur Hälfte Olein, zur Hälfte Mineralöl, das mit Nitronaphthalin entscheint war.

In einem hellen Mineralöl wurden durch Messung der Drehung der Polarisationsebene die chemischen Reaktionen, die Brechungskoefficienten des alkoholischen Extraktes und die Löslichkeitsverhältnisse, 10 % Harzöl, nachgewiesen. Insbesondere hat sich bei der vorhandenen kleinen Menge Harzöl das Verfahren von Storch als sehr brauchbar erwiesen.

4 rohe Rüböle und 3 Olivenöle waren zur Hälfte bis zu über 90 % mit denaturirtem Kottonöl versetzt.

Mischungen von 2 und 5 % eines sog. wasserlöslichen Werkzeugmaschinenöls mit Leitungswasser wurden im Vergleich zu Schmierseifenlösung und Leitungswasser auf ihr Angriffsvermögen gegenüber Gußeisen in der üblichen in den „Mittheilungen" bereits beschriebenen Weise geprüft. Wie zu erwarten war, griffen die Oelmischungen am geringsten, das Leitungswasser am stärksten an.

Ein Motorenbenzin, das in seiner Zusammensetzung gewöhnlichem Petroleumbenzin entsprach (spec. Gewicht 0,695, Siedebeginn gegen 70°), wurde nach Auftrag einer Militärbehörde auf seine Entflammbarkeit im Abelschen Petroleumprober geprüft, indem dessen Petroleumgefäß durch ein Kältebad aus Alkohol und fester Kohlensäure abgekühlt wurde. Nähere Angaben über die Versuchsausführung sind im diesjährigen Heft 1 der „Mittheilungen" gemacht. Der Flammpunkt des Benzins wurde bei — 45 C°, der Brennpunkt bei — 40 C° gefunden. Zum Vergleiche wurden noch die Flammpunkte tiefer und höher siedender Benzine bestimmt.

Auch von einem in neuerer Zeit aufgetauchten Beleuchtungsstoff, dem sog. Lucin, das hochentflammbares Petroleum, Spiritus und Benzol gelöst enthält, wurde der Flammpunkt im Abelschen Prober unter + 5° gefunden; der Stoff war bei diesem Wärmegrad entmischt.

Die untersuchten konsistenten Fette hatten normale Zusammensetzung. In einem wurden als Färbemittel geringe Mengen Bleichromat festgestellt. Bei Abscheidung des unverseifbaren Mineralöls durch Ausschüttelung der Kaliseifenlösungen und Petroläther zeigten

sich regelmäßig ähnliche Dissociationen der Seifen und saure Reaktionen der Petrolätherauszüge, wie sie auch Shukoff[1]) beim Ausschütteln der Seifenlösungen mit flüchtigen Lösungsmitteln beobachtet hat. Die petrolätherischen Auszüge wurden daher stets erst nach nochmaliger Neutralisation mit $\frac{n}{10}$ alkoholischer Lauge, Verdampfung des Petroläthers und Alkohols und Abscheidung (Filtration) der Seife nach wiederholter Behandlung des Rückstandes mit Petroläther auf ihren Gehalt an Mineralöl geprüft. Dieses Reinigungsverfahren wurde allgemein für die Abscheidung der unverseifbaren Antheile in Oelen mit gutem Erfolge durchgeführt.

Bei Untersuchung eines dünnsalbigen Gemischs von Wollfett und Mineralöl wurde zur Trennung des Mineralöls von den höheren Alkoholen des Wollfetts das bisher für diesen Zweck ausschließlich benutzte Verfahren der Auskochung mit Essigsäureanhydrid benutzt. Hierbei zeigte sich, daß die verschiedenen Mineralschmieröle in Essigsäureanhydrid bei Zimmerwärme zu etwa 1,5 bis 5 % löslich sind, während bei dem Verfahren Unlöslichkeit der Mineralöle in Essigsäureanhydrid vorausgesetzt ist. Diese noch weiter zu studirende Fehlerquelle wurde soweit als möglich bei Prüfung der genannten Fettmischung berücksichtigt. Interessant war die Feststellung der harzartigen Natur der mit Essigsäureanhydrid aus sämmtlichen reinen Mineralölen herausgelösten Bestandtheile. Die nähere Untersuchung dieser Stoffe ist gleichfalls beabsichtigt.

Von einem pechartigen Rückstand aus dem Schieberkasten einer Heißdampfmaschine sollte festgestellt werden, ob er aus dem Cylinderschmieröl entstamme. Der in Benzin lösliche Theil des Rückstandes war in Folge geringfügiger Sauerstoffaufnahme und Zersetzung dunkel gefärbt. Die Zusammensetzung war die des Cylinderöles. Der in Benzin und Benzol unlösliche Rückstand bestand aus pechartigen und kohligen Theilchen, die beim Verbrennen etwa 1 % Asche (hauptsächlich Eisenoxyd) hinterließen.

Die Gutachten betrafen folgende Fragen:

1. Im Auftrage einer Eisenbahndirektion wurde untersucht, in wie weit sich die bei der Kälteprüfung im 6 mm U-rohr bemerkten Unterschiede in den Ergebnissen wiederholter Prüfung des gleichen Oeles durch Benutzung weiterer Röhren verringern ließen. Die Rohrweiten von 9 und 12 mm lieferten keine sichereren Ergebnisse als 6 mm weite Röhren.

2. Durch vergleichende Tropfpunktsbestimmungen von Cerefinen und Gemischen von Ceresin und Paraffin nach dem zollamtlich vorgeschriebenen Verfahren zur Unterscheidung von Ceresin und Gemischen aus Ceresin und Paraffin sollte im Auftrage einer Privatfirma festgestellt werden, ob dieses Verfahren dem angegebenen Zweck entspricht, und ob auch Mischungen von Ceresin, Paraffin und Carnaubawachs nach dem zollamtlichen Verfahren von reinem Ceresin zu unterscheiden sind. Die hierzu ausgeführten Untersuchungen des Verfahrens bestätigten die Erwartung, daß die erwähnten Unterscheidungen mittelst des zollamtlichen Verfahrens nicht möglich sind, da die bei letzterem angenommene niedrigste Tropfgrenze (66 C°) für reine Cerefine und höchste Tropfgrenze für Mischungen mit Paraffin nicht zutreffend ist. Im Anschluß an diese Versuche wurden Untersuchungen über die Fehlerquellen des Verfahrens vorgenommen[2]).

3. Zwei im Auftrage einer Fabrik und eines chemischen Laboratoriums abgegebene Gutachten sollten die Frage behandeln, ob es möglich ist, Rückstände der Mineralöl-

[1]) Chem. Revue 1898.

[2]) S. Heft 1 der „Mittheilungen" 1899.

destillation im Sinne der Anm. 4 Abs. 2 S. 338 des amtlichen Waarenverzeichnisses 1895 von Mineralschmierölen durch ihre verschiedene Löslichkeit in Benzin zu unterscheiden. Durch die Gutachten wurde festgestellt, daß eine solche Unterscheidung sich nicht allgemein durchführen läßt.

4. Ein im Auftrage eines Landgerichts ausgestelltes Gutachten betraf einen Streit zwischen einem Lieferanten und einem Abnehmer über die bedingungsgemäße Beschaffenheit eines Eisenbahnöls. Der Flammpunkt lag mehrere Grade unter der vorschriftsmäßigen Grenze (160 C°) und der Aufstieg im U-rohr betrug bei —15 C° nur 6 mm statt der bedungenen 10 mm. Wegen dieser Abweichungen verweigerte der Käufer die Abnahme des Oeles. Die Anstalt hatte festzustellen, ob eine Abweichung von 7° im Flammpunkt und von 4 mm im Aufstieg bei —15° als unerheblich für die Beurtheilung der Qualität bezw. bedingungsgemäßen Beschaffenheit der Oele anzusehen ist, und ob die Unterschiede von dem oben genannten Betrage bei wiederholten Prüfungen an verschiedenen Stellen zu erwarten sind. Das Gutachten lautete dahin, daß zwar die genannten Abweichungen bei wiederholten Prüfungen desselben Oeles sowohl an der gleichen und an verschiedenen Prüfungsstellen vorkommen können, daß sie aber belangreich für die Abnahme im Sinne des zwischen Käufer und Lieferant abgeschlossenen Vertrages seien. Der Käufer könne nämlich verlangen, daß das Oel so beschaffen ist, daß es auch unter Berücksichtigung der bei ordnungsmäßig wiederholter Prüfung vorkommenden Abweichungen die bedingungsgemäßen Zahlen ergiebt.

5. Zur Festsetzung der Vorschriften über den Transport von feuergefährlichen Flüssigkeiten auf Dampfschiffen sollte die Anstalt ein Gutachten über die Feuergefährlichkeit von Putzölen und Schmierölen abgeben. Zu diesem Zweck wurden verschiedene Putzöle aus Braunkohlentheer und Rohpetroleum auf ihre Entflammbarkeit geprüft. Festgestellt wurde, daß neben den bereits bei Zimmerwärme entflammenden Ligroinputzölen hochsiedende Putzöle aus Braunkohlentheer und Rohpetroleum vorkommen, deren Flammpunkte (Pensky-Martens) je nach der Qualität zwischen 38 und 155° liegen. Im offenen Tiegel liegen die Flammpunkte zwischen 80 und 162°. Unter den Schmierölen finden sich vereinzelt mit Petroleum versetzte Produkte, welche nahe bei Zimmerwärme entflammen. Die genannten Gruppen von Oelen können daher nicht allgemein als nicht feuergefährlich bezeichnet werden, es ist vielmehr von Fall zu Fall auf Grund der Flammpunktsprobe zu entscheiden, ob ein feuergefährliches Produkt vorliegt.

Die wissenschaftlichen Arbeiten der Abtheilung betrafen folgende Gegenstände:

1. Das zollamtliche Verfahren zur Bestimmung des Paraffingehaltes in Rohpetroleum wurde auf seine Fehlerquellen und besonders auf die Möglichkeit der Ermittelung der wirklich vorhandenen Paraffinmengen geprüft. Die Ergebnisse sind in Heft 1 der diesjährigen „Mittheilungen" veröffentlicht.

2. Die Fehlerquellen der beiden zur Zeit üblichen Verfahren der Flammpunktsbestimmung von Mineralschmierölen wurden an Hand der bisher gefundenen Prüfungsbefunde erörtert und die gegen angebliche Mängel des Penskyschen Apparates erhobenen Einwände widerlegt (siehe „Mittheilungen" 1898 S. 160).

3. Das zollamtliche Verfahren der Destillation von Mineralölen nach den neuen im Centralblatt für das Deutsche Reich vom 20. Mai 1898 veröffentlichten Vorschriften wurde auf seine Fehlerquellen geprüft. Diese Untersuchungen, deren erster Theil die Zuverlässigkeit des Verfahrens ergab, siehe obiges Heft der „Mittheilungen", werden fortgesetzt.

4. Die Halphensche Probe zum Nachweis von Baumwollsaatöl in anderen Oelen und Fetten wurde auf ihre Brauchbarkeit geprüft. Hierbei wurde gezeigt, daß die Probe nur für nicht erhitzte, bezw. mäßig stark erhitzte Oele gültig ist; bei auf 250° erhitzten Kottonölen bleibt die Reaktion aus (siehe „Chem. Revue" 1899, S. 67).

5. In einer Zusammenstellung der während mehrerer Jahre laufend kontrolirten Aichwerthe der Englerschen Apparate wurde nachgewiesen, daß diese Zahlen nur sehr geringfügige Aenderungen bei langjähriger Benutzung des Apparates zeigen, und daß die von manchen Seiten angenommene erhebliche Abnutzung des Platinausflußröhrchens in Wirklichkeit nicht stattfindet.

B. Chemisch-technische Versuchsanstalt.

Die Thätigkeit der Chemiker wurde durch folgende umfangreichen Arbeiten in Anspruch genommen:

1. Versuche zur Bestimmung des Selens und Tellurs im Kupfer.
2. Untersuchung über die Ausscheidung von metallischem Kupfer aus Kupferlösungen.
3. Versuche über die Unterscheidung von Terpentinöl und Patentterpentinöl.
4. Untersuchung über die zolltechnische Erkennung von Sulfuröl.
5. Untersuchung über die zolltechnische Erkennung von chinesischem Holzöl.

Außer diesen Untersuchungen wurden in dem genannten Etatsjahre 550 Analysen erledigt. Von diesen entfielen: auf Reichsbehörden 59, auf Staatsbehörden 146, auf Private 345 und zwar klassificiren sich dieselben nach Art der Materie wie folgt:

a. Anorganische Materien.

Metalle und Legirungen 193; Mineralien, Erze und Oxyde 38; Thon, Sand und Ziegelsteine 21; Kalkstein, Kalk, Cement, Mörtel 45; Mineralfarben und Glasuren 23; Wasser und Soolen 45. Summa 365.

Von den 193 Analysen von Metallen und Legirungen entfallen auf Eisen, Stahl und Stahllegirungen 95; Kupfer 16; Zinn 5; Zink 6; Messing 19; Bronze 14; andere Metalle 9; andere Legirungen 29.

b. Organische Materien.

Fette, fette Oele, Mineralöle und Theer 53; Kohlen, Brikets, Koks und Asphalte 72; andere organische Stoffe (Seife, Papier, Gummi ꝛc.) 36. Summa 161.

c. Tinten.

Der Klasse I angehörend 23; der Klasse II angehörend 1. Summa 24.

2. Falzverluſt und Widerſtand gegen Zerknittern und Reiben.

Vom Vorſteher der Abtheilung für Papierprüfung W. Herzberg.

Winkler hat in ſeinem 1887 herausgegebenen „Papierkenner" zuerſt den Vorſchlag gemacht, gefalzte Papierſtreifen zu prüfen und den Unterſchied feſtzuſtellen, den ſie in der Feſtigkeit und Dehnbarkeit gegenüber den ungefalzten Streifen zeigen. Dieſer Unterſchied, von Winkler „Falzverluſt" genannt, ſollte zur Beurtheilung der „Biegſamkeit" des Papiers dienen.

Die Falzung wird von Winkler durch eine beſondere Vorrichtung bewirkt, indem er die Streifen zwiſchen zwei auf einander geſchliffene Stahlplatten, welche durch ein Scharnier verbunden ſind, legt und mit einem durch Hebeldruck bewegbaren 100 kg ſchweren Gewicht belaſtet.

Kirchner ſchlug vor,[1]) ſtatt des Gewichtes eine Rolle zur Erzeugung des Falzes zu benutzen, weil hierdurch nach ſeiner Anſicht eine größere Gleichmäßigkeit bei der Erzeugung der Falze geſichert ſei; er ſchlug dann weiter vor, die Beurtheilung des Papiers durch die Handknitterung fallen zu laſſen und an Stelle deſſen die Beurtheilung auf Grund des Falzverluſtes zu ſetzen, von der Annahme ausgehend, daß bei ſpröden und brüchigen Papieren der Falzverluſt groß, bei feſten und widerſtandsfähigen indeſſen klein ſei; er hat eine Reihe von Papieren im gefalzten und ungefalzten Zuſtande geprüft und den Falzverluſt ermittelt. Eine Kritik dieſer Zahlen hinſichtlich ihrer Verwerthbarkeit für den von Kirchner vorgeſchlagenen Zweck war indeſſen nicht möglich, da Handknitterverſuche mit den unterſuchten Papieren nicht ausgeführt worden ſind.

In der Verſuchsanſtalt ſind in jüngſter Zeit vergleichende Verſuche ausgeführt worden, um die Brauchbarkeit des Kirchnerſchen Vorſchlages zu erproben. Ueber dieſe Verſuche ſoll nachſtehend berichtet werden, nachdem zuvor über die Kirchnerſche Methode der Beſtimmung des Falzverluſtes ſelbſt das zum Verſtändniß Nothwendige geſagt iſt.

Fig. 1. Kirchners Kniffapparat.

Der Kirchnerſche Kniffapparat beſteht aus einer eiſernen Rolle, welche auf ihrem äußerſten 19 mm breiten Umfange cylindriſch abgedreht iſt, und aus einer ebenen, wagerecht ausgerichteten, mit erhabenen Rändern verſehenen eiſernen Bahn, in welcher die Rolle hin und her bewegt werden kann. (Siehe Fig. 1).

Das Kniffen der Papierſtreifen wird in folgender Weiſe ausgeführt: Die Enden der 15 mm breiten Probeſtreifen werden ſo aufeinander gelegt, daß ſich beim Zuſammendrücken die zwei Streifenhälften deckend auf einander legen. Dieſer leicht zuſammengefaltete Streifen

[1]) Wochenblatt für Papierfabrikation. 1894, Nr. 8—9.

wird so in die Rinne der Bahn gelegt, daß die Längskanten des Streifens parallel zu den Führungsrändern der Rinne verlaufen. Hierauf wird die Rolle von den freien Streifenenden her durch leisen seitlichen Druck über den Probestreifen geführt und dieser auf diese Weise einmal stark geknifft. Der Streifen wird dann aus der Rinne genommen, in dem Falz in der entgegengesetzten Richtung umgelegt und zum zweiten Male geknifft. Beim zweiten Kniffen läßt man jedoch das Gewicht nicht von den freien Streifenenden gegen den Falz rollen, sondern gegen diesen direkt.

Nachdem man auf diese Weise je 5 Streifen aus der Maschinenrichtung und Querrichtung geknifft hat, ermittelt man ihre Festigkeit und Dehnung in gleicher Weise, wie man zuvor die Festigkeit des betreffenden Papiers an ungeknifften Streifen bestimmt hat. Die Einbuße, welche die Papiere durch das Falzen in ihrer Festigkeit erleiden, der sogenannte „Kniffverlust" oder „Falzverlust", wird in Procenten der ursprünglichen Bruchbelastung und Dehnung ausgedrückt.

Nach diesen Vorbemerkungen soll auf die in der Versuchsanstalt zur Beurtheilung des Kirchnerschen Vorschlages gemachten Versuche eingegangen werden.

Der Prüfung wurden insgesammt 87 Normalpapiere, aus 27 verschiedenen Fabriken herrührend, zu Grunde gelegt und zwar zunächst Vertreter jeder Verwendungsklasse von 1—4b, welche die Bedingungen für ihre jeweilige Klasse erfüllten; es waren dies

8	Papiere	der	Klasse	1	aus	5	verschiedenen	Fabriken
10	„	„	„	2a	„	6	„	„
10	„	„	„	2b	„	7	„	„
10	„	„	„	3a	„	5	„	„
10	„	„	„	3b	„	8	„	„
10	„	„	„	4a	„	8	„	„
10	„	„	„	4b	„	8	„	„

Außerdem wurden noch 19 Papiere der Klassen 3a—4b, herrührend aus 10 verschiedenen Fabriken, zum Vergleich herangezogen, welche im Widerstand gegen Zerknittern hinter den für die jeweiligen Klassen verlangten Werthen um 1—2 Stufen zurückbleiben.

Das Kniffen der Streifen wurde mit einer 7500 g schweren, von Herrn Professor Kirchner freundlichst zur Verfügung gestellten Rolle von 150 mm Durchmesser in der vorher geschilderten Weise ausgeführt. (Kniffen und Gegenkniffen durch je einmaliges Ueberführen der Rolle).

Die Einspannlänge betrug bei allen Streifen 180 mm, die Breite 15 mm. Sämmtliche Versuche wurden bei Zimmerwärme und einer Luftfeuchtigkeit von 65 % ausgeführt.

Die bei der Prüfung erhaltenen Werthe sind in nachstehender Tabelle zusammengestellt. Die Zahlen für Bruchlast und Dehnung in jeder Richtung sind Mittel aus je 5 Einzelversuchen aus 5 verschiedenen Bogen der betreffenden Papiersorte.

Aus der Tabelle ist zunächst ohne Weiteres folgendes zu ersehen.

1. Sowohl in der Maschinenrichtung als auch in der Querrichtung ist der Dehnungs-Falzverlust größer als der Festigkeits-Falzverlust.
2. Der **Festigkeits-Falzverlust** ist in der Maschinenrichtung größer als in der Querrichtung.
3. Der **Dehnungs-Falzverlust** ist in den meisten Fällen in der Maschinenrichtung größer als in der Querrichtung.

A. Papiere mit genügendem Widerstand gegen Zerknittern und Reiben.

Laufende Nr.	Vor dem Falzen						Nach dem Falzen						Falzverlust in Procenten						Widerstand gegen Zerknittern
	Maschinen-Richtung		Quer-Richtung		Mittel		Maschinen-Richtung		Quer-Richtung		Mittel		Maschinen-Richtung		Quer-Richtung		Mittel		
	Bruchbelastung kg	Dehnung %	Bruchbelastung kg	Dehnung %	Bruchbelastung kg	Dehnung %	Bruchbelastung kg	Dehnung %	Bruchbelastung kg	Dehnung %	Bruchbelastung kg	Dehnung %	Bruchbelastung	Dehnung	Bruchbelastung	Dehnung	Bruchbelastung	Dehnung	
Papiere der Verwendungsklasse 1.																			
1	10,69	2,7	8,06	5,5	9,38	4,1	8,95	2,1	7,82	4,5	8,39	3,3	16,3	22,2	3,0	18,2	9,7	20,2	6
2	11,02	3,3	7,68	9,0	9,35	6,2	7,64	1,9	6,42	7,5	7,03	4,7	30,7	42,4	16,4	16,7	23,6	29,6	6
3	10,41	4,1	8,87	5,3	9,64	4,7	8,41	2,9	8,15	5,3	8,28	4,1	19,2	29,3	9,2	11,1	14,2	20,2	6
4	12,52	4,2	8,07	6,2	10,30	5,2	9,75	2,6	6,53	4,4	8,14	3,5	22,1	38,1	19,1	29,0	20,6	33,6	7
5	11,55	3,8	8,03	8,3	9,79	6,1	8,52	1,7	7,46	6,4	7,99	4,1	26,2	55,3	7,1	22,9	16,7	39,1	6
6	11,73	3,3	7,64	5,8	9,69	4,6	9,01	1,8	6,84	4,1	7,93	3,0	23,2	45,5	10,5	29,3	16,9	37,4	7
7	10,07	3,9	6,70	5,9	8,39	4,9	8,50	2,4	6,44	4,6	7,47	3,5	15,6	38,5	3,9	22,0	9,8	30,3	7
8	10,40	3,8	6,64	6,5	8,52	5,2	8,80	2,8	6,47	6,0	7,64	4,4	15,4	26,3	2,6	7,7	9,0	17,0	7
Papiere der Verwendungsklasse 2a.																			
9	9,80	3,1	6,22	6,8	8,01	5,0	6,08	1,6	5,19	6,2	5,64	3,9	38,0	48,4	14,0	17,6	26,0	33,0	6
10	8,93	3,4	6,23	5,5	7,58	4,5	7,94	2,5	6,05	4,4	7,00	3,5	11,1	26,5	2,9	20,0	7,0	23,3	6
11	9,97	3,4	6,47	5,7	8,22	4,6	6,80	1,4	4,86	3,0	5,83	2,2	31,8	58,8	24,9	47,4	28,4	53,1	6
12	8,58	3,2	6,45	5,4	7,52	4,3	7,91	2,7	6,35	4,7	7,13	3,7	7,8	15,6	1,6	13,0	4,7	14,3	6
13	10,11	2,7	6,43	5,7	8,27	4,2	9,46	2,3	6,16	4,7	7,81	3,5	6,4	14,8	4,2	17,5	5,3	16,2	7
14	9,63	2,6	6,14	6,7	7,89	4,7	6,98	1,3	5,16	4,8	6,07	3,1	29,5	50,0	16,0	28,4	21,8	39,2	6
15	8,58	3,0	6,31	8,1	7,45	5,6	7,05	2,1	5,70	5,4	6,38	3,8	17,8	30,0	9,7	33,3	13,8	31,7	6
16	8,61	3,2	5,16	5,4	6,89	4,3	7,85	1,9	5,23	3,8	6,54	2,9	8,8	40,6	*	29,6	*	35,1	6
17	7,25	3,2	5,02	6,6	6,14	4,9	6,08	1,7	4,70	3,6	5,39	2,7	16,1	46,9	6,4	45,5	11,3	46,2	6
18	7,72	2,7	5,37	5,5	6,55	4,1	7,04	2,1	5,60	4,7	6,32	3,4	8,8	22,2	*	14,5	*	18,4	6
Papiere der Verwendungsklasse 2b.																			
19	6,85	2,4	5,12	4,5	5,99	3,5	4,41	0,9	3,97	2,1	4,19	1,5	35,6	62,5	22,5	53,3	29,1	57,9	5
20	6,90	3,0	4,60	7,0	5,75	5,0	4,09	0,7	3,64	2,3	3,87	1,5	40,7	76,7	20,9	67,1	30,8	71,9	5
21	6,72	2,4	4,41	4,6	5,57	3,5	4,34	0,9	3,28	2,0	3,81	1,5	35,4	62,5	25,6	56,5	30,5	59,5	5
22	6,85	2,5	4,26	5,4	5,56	4,0	4,86	1,1	3,29	2,6	4,08	1,9	29,1	56,0	22,8	51,9	26,0	54,0	6
23	6,46	2,7	4,52	4,9	5,49	3,8	4,48	1,2	3,78	2,8	4,13	2,0	30,7	55,6	16,4	42,9	23,6	49,3	6
24	6,70	2,5	4,94	4,0	5,82	3,3	4,92	1,2	4,42	3,2	4,67	2,2	26,6	52,0	10,5	20,0	18,6	36,0	5
25	7,12	2,0	4,77	3,7	5,95	2,9	4,04	1,3	3,32	1,4	3,68	1,4	38,8	60,0	30,4	62,2	34,6	61,1	6
26	7,99	2,9	4,72	6,0	6,36	4,5	5,09	1,1	3,81	2,3	4,45	1,7	36,3	62,1	19,3	61,7	27,8	61,9	5
27	6,36	2,6	4,33	5,0	5,35	3,8	4,95	1,4	4,09	2,3	4,52	1,9	22,2	46,2	5,5	54,0	13,9	50,1	5
28	7,05	2,9	4,56	5,5	5,81	4,2	4,65	1,3	4,02	3,5	4,34	2,4	34,0	55,2	11,8	36,4	22,9	45,8	6
Papiere der Verwendungsklasse 3a.																			
29	6,87	2,0	4,65	4,8	5,76	3,4	4,47	1,1	3,69	3,4	4,08	2,3	34,9	45,0	20,6	29,2	27,8	37,1	5
30	7,04	2,7	4,79	4,4	5,92	3,6	4,92	1,4	3,78	2,8	4,35	2,1	30,1	48,1	21,1	36,4	25,6	42,3	5
31	6,54	1,9	4,77	4,2	5,66	3,1	4,49	1,0	3,77	2,4	4,13	1,7	31,3	47,4	21,0	42,9	26,2	45,2	5
32	8,37	2,3	5,08	4,1	6,73	3,2	6,23	1,5	4,53	3,5	5,38	2,5	25,6	34,8	10,8	14,6	18,2	24,7	6
33	7,21	2,2	4,76	4,1	5,99	3,2	4,89	1,2	3,88	2,8	4,39	2,0	32,2	45,5	18,5	31,7	25,4	38,6	5
34	7,08	2,7	4,93	4,3	6,01	3,5	5,12	1,7	4,31	3,8	4,72	2,8	27,7	37,0	8,5	20,9	18,1	29,0	6
35	6,28	2,1	4,27	4,1	5,28	3,1	4,28	0,9	3,58	3,2	3,93	2,1	31,8	57,1	16,2	22,0	24,0	39,6	5
36	6,77	2,1	4,85	3,7	5,81	2,9	4,74	1,1	4,52	3,3	4,63	2,2	30,0	47,6	6,8	10,8	18,4	29,2	5
37	8,16	1,9	4,62	3,7	6,39	2,8	5,89	1,2	3,81	2,6	4,85	1,9	27,8	36,8	17,5	29,7	22,7	33,3	5
38	6,95	2,2	4,27	4,5	5,61	3,4	4,64	0,9	3,79	4,0	4,22	2,5	33,2	59,1	14,1	28,9	23,7	44,0	5
Papiere der Verwendungsklasse 3b.																			
39	5,95	2,0	4,05	3,5	5,00	2,8	4,16	0,9	3,23	1,4	3,70	1,2	30,1	55,0	20,2	60,0	25,2	57,5	4
40	6,32	2,4	4,06	3,6	5,19	3,0	4,07	0,9	3,01	1,4	3,54	1,2	35,6	62,5	25,9	61,1	30,8	61,8	4

*) Da die Werthe nach dem Falzen etwas höher ausfielen als vor dem Falzen, so wurde eine Mittelbildung nicht vorgenommen.

Laufende Nr.	Art des Papiers	Vor dem Falzen						Nach dem Falzen						Falzverlust in Procenten						Widerstand gegen Zerknittern
		Maschinen-Richtung		Quer-Richtung		Mittel		Maschinen-Richtung		Quer-Richtung		Mittel		Maschinen-Richtung		Quer-Richtung		Mittel		
		Bruchbelastung kg	Dehnung %	Bruchbelastung kg	Dehnung %	Bruchbelastung kg	Dehnung %	Bruchbelastung kg	Dehnung %	Bruchbelastung kg	Dehnung %	Bruchbelastung kg	Dehnung %	Bruchbelastung	Dehnung	Bruchbelastung	Dehnung	Bruchbelastung	Dehnung	
41	—	7,08	2,1	4,30	4,1	5,69	3,1	5,67	0,9	3,46	1,8	4,57	1,4	19,9	57,1	19,5	56,1	19,7	56,6	4
42	—	6,72	2,6	4,20	4,0	5,46	3,3	4,63	0,9	3,39	1,6	4,01	1,3	31,1	65,4	19,3	60,0	25,2	62,7	4
43	—	5,89	2,1	4,09	4,6	4,99	3,4	4,40	1,0	3,49	3,1	3,95	2,1	25,3	52,4	14,7	32,6	20,0	42,5	4
44	—	6,51	1,8	4,17	3,5	5,34	2,7	4,15	0,7	3,48	2,4	3,82	1,6	36,3	61,1	16,5	31,4	26,4	46,3	5
45	—	6,13	1,9	4,10	3,5	5,12	2,7	4,17	0,9	3,42	2,0	3,80	1,5	32,0	52,6	16,6	42,9	24,3	47,8	4
46	—	6,26	1,8	3,94	3,5	5,10	2,7	4,16	0,8	3,21	1,7	3,69	1,3	33,5	55,6	18,5	51,4	26,0	53,5	4
47	—	7,06	1,5	4,22	3,0	5,64	2,3	4,35	0,7	3,36	1,3	3,86	1,0	38,4	53,3	20,4	56,7	29,4	55,0	5
48	—	6,95	2,7	4,39	5,3	5,67	4,0	5,34	1,2	3,84	3,0	4,59	2,1	23,2	55,6	12,5	43,4	17,9	49,5	4
	Papiere der Verwendungsklasse 4a.																			
49	—	5,16	1,9	3,62	4,0	4,39	3,0	3,39	0,7	2,71	1,7	3,05	1,2	34,3	63,2	25,1	57,5	29,7	60,4	4
50	—	6,21	1,7	3,56	3,7	4,89	2,7	4,67	0,6	3,26	2,4	3,97	1,5	24,8	64,7	8,4	35,1	16,6	49,9	5
51	—	5,91	1,9	3,79	3,8	4,85	2,9	2,92	0,5	2,38	0,7	2,65	0,6	50,6	73,7	37,2	81,6	43,9	77,7	4
52	—	6,49	1,7	3,68	4,6	5,09	3,2	4,82	0,9	3,32	2,7	4,07	1,8	25,7	47,1	9,8	41,3	17,8	44,2	5
53	—	4,50	1,8	3,27	4,3	3,89	3,1	4,01	1,2	3,23	3,4	3,62	2,3	10,9	33,3	1,2	20,9	6,1	27,1	4
54	—	6,40	2,1	4,04	3,6	5,22	2,9	4,69	0,8	3,55	2,3	4,12	1,6	26,7	61,9	12,1	36,1	19,4	49,0	4
55	—	7,38	2,5	3,31	4,4	5,35	3,5	5,88	1,4	2,95	2,2	4,42	1,8	20,3	44,0	10,9	50,0	15,6	47,0	4
56	—	6,09	1,7	3,19	3,2	4,64	2,5	5,41	1,3	2,97	2,2	4,19	1,8	11,2	23,5	6,9	31,3	9,1	27,4	4
57	—	5,37	2,7	3,89	4,2	4,63	3,5	4,32	1,5	3,39	2,7	3,86	2,1	19,6	44,4	12,9	35,7	16,3	40,1	4
58	—	6,58	1,9	3,75	3,9	5,17	2,9	5,30	1,2	3,23	2,4	4,27	1,8	19,5	36,8	13,9	38,5	16,7	37,7	4
	Papiere der Verwendungsklasse 4b.																			
59	—	6,18	2,7	3,78	4,9	4,98	3,8	4,70	1,4	3,33	3,2	4,01	2,3	23,9	48,1	12,2	34,7	18,1	41,4	5
60	—	7,79	2,0	4,07	3,5	5,93	2,8	4,64	0,8	2,96	1,2	3,80	1,0	40,4	60,0	27,3	65,7	33,9	62,9	4
61	—	6,24	1,5	2,94	4,1	4,59	2,8	5,14	1,0	2,47	2,0	3,81	1,5	17,6	33,3	16,0	51,2	16,8	42,3	4
62	—	6,90	1,9	3,67	4,0	5,29	3,0	5,42	1,3	3,48	3,3	4,45	2,3	21,4	31,6	5,2	17,5	13,3	24,6	4
63	—	6,06	2,0	3,36	3,0	4,71	2,5	4,81	0,9	3,26	2,0	4,04	1,5	20,6	55,0	3,0	33,3	11,8	44,2	4
64	—	6,06	1,7	3,57	3,9	4,82	2,8	4,10	0,7	2,96	1,2	3,53	1,0	32,3	58,8	17,1	69,2	24,7	64,0	4
65	—	5,37	2,0	3,22	4,8	4,30	3,4	4,57	1,5	3,14	4,3	3,86	2,9	14,9	25,0	2,5	10,4	8,7	17,7	4
66	—	6,99	1,6	4,14	4,6	5,57	3,1	5,21	0,7	3,58	2,3	4,40	1,5	25,5	56,3	13,5	50,0	19,5	53,2	4
67	—	5,83	1,8	3,00	4,0	4,42	2,9	4,36	0,9	2,72	2,1	3,54	1,5	25,2	50,0	9,3	47,5	17,3	48,8	4
68	—	5,91	2,3	4,06	4,3	4,99	3,3	5,02	1,3	3,80	3,2	4,41	2,3	15,1	43,5	6,4	25,6	10,8	34,6	4
	B. Papiere mit nicht genügendem Widerstand gegen Zerknittern und Reiben.																			
69	Normal 3a	6,90	2,0	4,68	3,9	5,79	3,0	4,54	1,0	3,12	1,8	3,83	1,4	34,2	50,0	33,3	53,8	33,8	51,9	4
70	„ 3a	6,35	1,7	4,48	3,6	5,42	2,7	4,52	0,9	3,63	2,3	4,08	1,6	28,8	47,1	19,0	36,1	23,9	41,6	4
71	„ 3a	8,33	1,9	4,81	3,7	6,57	2,8	4,03	0,4	2,81	0,8	3,42	0,6	51,6	78,9	41,6	78,4	46,6	78,7	4
72	„ 3b	6,39	1,7	4,75	4,0	5,57	2,9	3,18	0,6	2,53	0,8	2,86	0,7	50,2	64,7	46,7	80,0	48,5	72,4	2
73	„ 3b	5,32	1,5	3,78	3,1	4,55	2,3	2,66	0,6	2,48	0,8	2,57	0,7	50,0	60,0	34,4	74,2	42,2	67,1	2
74	„ 3b	5,40	2,3	3,79	2,5	4,60	2,4	3,45	0,7	2,58	0,9	3,02	0,8	36,1	69,6	31,9	64,0	34,0	66,8	3
75	„ 3b	6,21	2,0	3,97	3,5	5,09	2,8	4,11	0,8	2,90	1,2	3,51	1,0	33,8	60,0	27,0	65,7	30,4	62,9	3
76	„ 3b	6,80	1,6	4,31	2,7	5,56	2,2	3,59	0,5	2,60	0,8	3,10	0,7	47,2	68,8	39,7	70,4	43,5	69,6	3
77	„ 4a	6,72	1,7	4,70	3,6	5,71	2,7	4,36	0,8	3,73	2,1	4,05	1,5	35,1	52,9	20,6	41,7	27,9	47,3	2
78	„ 4a	5,59	2,4	3,36	3,4	4,48	2,9	4,05	1,0	3,03	1,9	3,54	1,5	27,5	58,3	9,8	44,1	18,7	51,2	3
79	„ 4a	6,18	2,1	3,31	3,0	4,75	2,6	3,91	0,8	2,24	0,8	3,08	0,8	36,7	61,9	32,3	73,3	34,5	67,6	3
80	„ 4a	5,93	2,0	3,83	4,0	4,88	3,0	3,23	0,6	2,66	1,3	2,95	1,0	45,5	70,0	30,5	67,5	38,0	68,8	3
81	„ 4b	6,01	1,8	3,14	3,5	4,58	2,7	3,74	0,8	2,46	2,0	3,10	1,4	37,8	55,6	21,7	42,9	29,8	49,3	2
82	„ 4b	6,14	1,8	3,98	3,9	5,06	2,9	3,33	0,9	2,47	1,1	2,90	1,0	45,8	50,0	37,9	71,8	41,9	60,9	2
83	„ 4b	5,59	1,8	2,60	3,8	4,10	2,8	4,29	0,8	2,28	1,7	3,29	1,3	23,3	55,6	12,3	55,3	17,8	55,5	3
84	„ 4b	5,06	1,8	3,00	4,4	4,03	3,1	2,79	0,5	2,20	1,2	2,50	0,9	44,9	72,2	26,7	72,7	35,8	72,5	3
85	„ 4b	4,91	1,9	3,23	3,5	4,07	2,7	3,93	1,0	2,97	2,4	3,45	1,7	20,0	47,4	8,0	31,4	14,0	39,4	3
86	„ 4b	5,81	1,9	3,04	3,7	4,43	2,8	4,45	0,9	2,65	2,0	3,55	1,5	23,4	52,6	12,8	45,9	18,1	49,3	3
87	„ 4b	5,36	1,4	4,21	3,1	4,79	2,3	3,02	0,6	2,39	0,6	2,71	0,6	43,7	57,1	43,2	80,6	43,5	68,9	3

Die aus der Maschinenrichtung entnommenen Streifen erleiden also durch das Falzen eine größere Einbuße in ihrer Festigkeit als die Querstreifen; diese Thatsache findet vielleicht in der Lagerung der Fasern ihre Erklärung. Die Anzahl der Fasern, welche mehr oder weniger parallel zur Maschinenrichtung liegen, ist größer als die quer hierzu verlaufenden; demgemäß werden beim Falzen der Streifen, die aus der Maschinenrichtung entnommen sind, mehr Fasern geknickt (und hierdurch geschwächt) als bei den Querstreifen.

Bildet man unter Zugrundelegung der mittleren Falzverluste Gruppen von 5 zu 5% und stellt diesen gegenüber die bei den verschiedenen Papieren durch Handknitterung ermittelten Widerstandsstufen, so ergiebt sich nachstehende Uebersicht:

I. Festigkeits-Falzverluste.

Falzverlust in %	Anzahl der Papiere mit dem Widerstandsgrad:					
	Gering	Mittelmäßig	Ziemlich groß	Groß	Sehr groß	Außerordentlich groß
0— 5,9	—	—	—	—	1	1
6—10,9	—	—	4	—	2	2
11—15,9	—	1	3	1	3	—
16—20,9	—	3	9	5	3	2
21—25,9	—	—	5	5	4	—
26—30,9	2	1	3	8	3	—
31—35,9	—	2	2	—	1	—
36—40,9	—	2	—	—	0	—
41—45,9	2	2	1	—	—	—
46—50,9	1	—	1	—	—	—

II. Dehnungs-Falzverluste.

Falzverlust in %	Anzahl der Papiere mit dem Widerstandsgrad:					
	Gering	Mittelmäßig	Ziemlich groß	Groß	Sehr groß	Außerordentlich groß
0— 5,9	—	—	—	—	—	—
6—10,9	—	—	—	—	—	—
11—15,9	—	—	—	—	1	—
16—20,9	—	—	1	—	3	2
21—25,9	—	—	1	—	2	—
26—30,9	—	—	2	1	2	1
31—35,9	—	1	1	1	3	1
36—40,9	—	—	2	4	2	1
41—45,9	—	—	4	5	1	—
46—50,9	2	1	5	3	2	—
51—55,9	—	2	3	1	2	—
56—60,9	1	—	3	2	—	—
61—65,9	—	1	4	1	1	—
66—70,9	1	5	—	—	—	—
71—75,9	1	1	—	1	—	—
76—80,9	—	—	2	—	—	—

Die Zusammenstellung zeigt, daß zwar im Allgemeinen mit wachsendem Widerstand gegen Zerknittern der Falzverlust abnimmt, daß aber anderseits bei demselben Knittergrad die Falzverluste beträchtlich schwanken und ferner, daß bei annähernd gleichem Falzverlust ganz erhebliche Unterschiede im Widerstand gegen Zerknittern vorkommen.

Unterschiede in der Handknitterung von mittelmäßig bis zu außerordentlich groß oder von gering bis zu sehr groß kommen im vorliegenden Falle durch den Falzverlust nicht zum Ausdruck. Diese Unterschiede sind aber so groß, daß sie auch ohne ein ausgebildetes Prüfungsverfahren (z. B. schon durch Einreißen, Umbiegen, o. a.) sicher erkannt werden können; wenn der Falzverlust nun für derartig verschiedene Papiere nahezu gleiche Werthe ergiebt, so kann er als Ersatz für die Handknitterung nicht in Frage kommen.

---

3. Einfluß des Bedruckens auf die Festigkeitseigenschaften von Papier.

Vom Vorsteher der Abtheilung für Papierprüfung W. Herzberg.

Planmäßig angelegte größere Versuchsreihen zur Ermittelung des Einflusses des Bedruckens auf die Festigkeitseigenschaften von Papier liegen bisher nicht vor. Im Allgemeinen ist in den Fachkreisen die Annahme verbreitet, daß das Bedrucken einen schädlichen Einfluß auf das Papier ausübt. Diese Annahme führte seiner Zeit auch dazu, daß die „Vorschriften für die Lieferung und Prüfung von Papier zu amtlichen Zwecken“ in § 6 und 7 für Papiere, die bedruckt werden sollen (Formulare, Standesamtsregister ꝛc.), die Prüfung vor dem Drucken vorschreiben.

Einige im Laufe der vergangenen Jahre gelegentlich ausgeführte vergleichende Versuche mit bedrucktem und unbedrucktem Papier lieferten keinen Anhalt dafür, daß die oben erwähnte Annahme zutreffend sei; das bedruckte Material lieferte im Großen und Ganzen dieselben Werthe wie das unbedruckte. Die Anzahl der ausgeführten Versuche war aber für allgemeine Schlußfolgerungen zu gering. Um eine breitere Grundlage für die Beantwortung der Frage zu gewinnen, ist neuerdings auf Grund einer Verfügung des Unterrichtsministeriums eine große Anzahl verschiedenartiger Papiere im bedruckten und im unbedruckten Zustand geprüft worden. Ueber die Prüfung und deren Ergebniß soll im Nachfolgenden berichtet werden.

Probematerial.

Zur Untersuchung gelangten im Ganzen 65 Papiere von verschiedener Festigkeit und verschiedener Stoffzusammensetzung. Die Art und Eigenschaften dieser Papiere sind aus Tabelle A zu ersehen.

Hinsichtlich der Verfahren, welche beim Bedrucken zur Anwendung gekommen sind, zerfallen die untersuchten Papiere in 6 Gruppen.

Gruppe I (Lfde. Nr. 1—2) besteht aus einem Normal 4b und einem Normal 4a. Beide Papiere sind vor dem Bedrucken auf einer Feuchtmaschine gefeuchtet, auf einem Kalander sofort wieder geglättet und nach etwa zwei Tagen in noch etwas feuchtem Zustande auf einer Buchdruckschnellpresse mit Formulardruck versehen. Die unbedruckten Bogen wurden keiner besonderen Behandlung unterworfen, sondern in dem Zustande untersucht, in welchem das Papier von der Fabrik geliefert worden war.

Gruppe II (Lfde. Nr. 3—14) umfaßt Papiere der Verwendungsklassen 1—4b, welche seitens einer Berliner Druckerei auf einer Buchdruckschnellpresse mit Formulardruck versehen wurden, jedoch ohne vorherige Feuchtung oder anderweitige Behandlung. Die Probestreifen für die Versuche mit unbedrucktem Material wurden vom Rande der nur in der Mitte bedruckten Bogen entnommen.

Tabelle A. Art und Eigenschaften der untersuchten 65 Papiere.

Laufende Nr.	Art der Papiere	Mittlere Reißlänge m	Mittlere Dehnung %	Stoffzusammensetzung	Aschengehalt %	Leimfestigkeit
	Gruppe I.					
1	Normal 4b	5450	3,2	Holzcellulose, Esparto, Strohcellulose, ger. Mengen Leinen und Baumwolle	8,0	leimfest
2	„ 4a	4550	2,8	Holzcellulose, Zusatz Baumwolle, Leinen	11,6	„
	Gruppe II.					
3	Normal 4b	4850	3,7	Holzcellulose, Esparto, Strohcellulose, geringe Mengen Lumpen	9,1	leimfest
4	„ 4b	5275	3,4	Holzcellulose, Strohcellulose, geringe Mengen Lumpen	9,0	„
5	„ 4a	4300	2,7	Holz-, Strohcellulose, Baumwolle, geringe Mengen Leinen	11,5	„
6	„ 4a	4250	2,9	Holzcellulose, Zusatz Baumwolle, geringe Mengen Leinen und Strohcellulose	11,1	„
7	„ 3b	3375	2,6	Leinen, Baumwolle, Zusatz Holzcellulose	3,0	„
8	„ 3b	3625	2,7	Leinen, Baumwolle, Zusatz Holzcellulose	2,9	„
9	„ 3a	3950	2,8	Leinen, Baumwolle, Zusatz Holzcellulose	2,9	„
10	„ 3a	3850	2,9	Leinen, Baumwolle, Zusatz Holzcellulose	2,8	„
11	„ 1	5900	5,5	Leinen, Baumwolle	0,6	„
12	„ 1	5925	5,3	Leinen, Baumwolle	0,6	„
13	„ 2a	5700	4,6	Leinen, Baumwolle	0,8	„
14	„ 2a	5650	4,6	Leinen, Baumwolle	0,8	„
	Gruppe III.					
15	Farbig Koncept-Formular	2400	1,6	Holz-, Strohcellulose, Zusatz Baumwolle und Leinen	21,5	schwach leimfest
16	desgl.	4000	2,4	Holz- und Strohcellulose	18,0	leimfest
17	Koncept-Formular	2875	2,2	Holz-, Strohcellulose, Zusatz Baumwolle	13,0	„
18	„ „	3900	3,4	Leinen, Baumwolle, Zusatz Holzcellulose	4,0	„
19	Normal 3a	4000	2,9	Leinen, Baumwolle, Zusatz Stroh- und Holzcellulose	3,1	„
20	Farbig Koncept-Formular	3075	2,4	Holz-, Strohcellulose, geringe Mengen Lumpen	19,9	„
21	Normal 3a	3950	3,3	Baumwolle, Leinen, Zusatz Holzcellulose	4,8	„
22	„ 3b	4250	3,3	Baumwolle, Leinen, Zusatz Holzcellulose	3,3	„
23	„ 2a	5275	4,9	Leinen, Baumwolle	1,0	„
24	Kanzlei-Formular	4450	3,6	Baumwolle, Leinen, Zusatz Holzcellulose	3,3	„
25	Normal 3a	4625	4,0	Leinen, Zusatz Baumwolle	1,4	„
26	Kanzlei-Formular	4150	3,1	Leinen, Baumwolle	1,0	„
	Gruppe IV.					
27	Kartenpapier	4100	2,9	Leinen, Baumwolle	1,8	leimfest
28	„	5750	5,2	Leinen	1,6	„
29	„	4500	4,2	Leinen, Baumwolle	1,6	„

Laufende Nr.	Art der Papiere	Mittlere Reißlänge m	Mittlere Dehnung %	Stoffzusammensetzung	Aschengehalt %	Leimfestigkeit
				Gruppe V. a) Schreibpapiere.		
30	Koncept	4875	1,9	Holz-, Strohcellulose	7,5	schwach leimfest
31	„	2800	2,6	Baumwolle, Leinen	0,5	nicht leimfest
32	„	4800	2,9	Stroh- und Holzcellulose	11,1	leimfest
33	Kanzlei	3550	2,6	Holz-, Strohcellulose, Holzschliff	14,5	„
34	Koncept	3800	2,5	Holzcellulose	12,9	„
35	„	2900	2,1	Stroh-, Holzcellulose, Holzschliff	18,8	„
36	„	4175	2,7	Baumwolle, Leinen, Zusatz Holz- und Strohcellulose	2,0	„
37	„	3350	3,1	Leinen, Baumwolle	6,0	„
38	Kanzlei	3325	3,1	Leinen, Baumwolle	0,5	nicht leimfest
39	Koncept	3600	2,0	Holzcellulose, Holzschliff	9,1	leimfest
40	Kanzlei	3200	2,6	Holz-, Strohcellulose, Zusatz Leinen, geringe Mengen Baumwolle	11,5	„
41	Koncept	3600	2,9	Baumwolle, Leinen, Zusatz Holzcellulose	2,0	„
42	Kanzlei	5450	3,4	Leinen, Baumwolle	0,8	„
43	Koncept	2725	2,8	Leinen, Baumwolle	8,4	nicht leimfest
44	„	3925	3,4	Baumwolle, Leinen, Zusatz Holzcellulose	4,8	leimfest
45	Kanzlei	3325	3,5	Leinen, Baumwolle, Holz-, Strohcellulose	11,9	„
46	Koncept	3425	2,7	Leinen, Baumwolle	1,6	„
				b) Druckpapiere.		
47	Druckpapier	3950	1,5	Holzcellulose, Holzschliff	10,0	leimfest
48	„	4025	2,3	Stroh-, Holzcellulose, Zusatz Baumwolle	12,0	„
49	„	3375	1,8	Holz-, Strohcellulose	13,9	„
50	„	2300	1,8	Baumwolle, Holzcellulose	19,0	„
51	„	3175	3,1	Baumwolle, Leinen	0,4	nicht leimfest
52	„	2175	1,8	Holzcellulose, Strohcellulose, Baumwolle, Leinen	17,5	schwach leimfest
53	Kupferdruck	2475	2,2	Baumwolle, Holzcellulose, Holzschliff, geringe Mengen Leinen	17,8	leimfest
54	„	2275	1,5	Holzcellulose, Holzschliff	21,5	„
55	„	2550	2,6	Baumwolle, Leinen, Zusatz Holz- und Strohcellulose	12,0	„
				Gruppe VI.		
56	Berliner Tageszeitung	2400	1,3	Holzschliff, Holzcellulose	16,0	leimfest
57	desgl.	2200	1,1	„ „	9,3	„
58	desgl.	1950	1,0	„ „	9,9	„
59	desgl.	2125	1,6	„ „	14,3	nicht leimfest
60	desgl.	2100	1,6	„ „	13,3	„ „
61	desgl.	2150	1,3	„ „	11,5	leimfest
62	desgl.	1825	1,2	„ „	13,0	nicht leimfest
63	desgl.	2100	1,3	„ „	13,9	leimfest
64	desgl.	2225	1,5	„ „	22,8	schwach leimfest
65	desgl.	2675	1,5	Holzcellulose, Holzschliff	17,3	nicht leimfest

Gruppe III (Lfde. Nr. 15—26) umfaßt verschiedene, den Beständen der Versuchsanstalt entnommene, auf der Buchdruckpresse gedruckte Formulare, welche nur auf der einen Bogenhälfte bedruckt waren. Die zweite Bogenhälfte wurde zur Entnahme der nicht bedruckten Streifen benutzt.

Gruppe IV (Lfde. Nr. 27—29) enthält 3 verschiedene Papiere, welche von der Königlichen Landesaufnahme sowohl in unbedrucktem Zustande wie auch mit Kartendruck versehen (bei 27 mehrfarbig, bei 28 und 29 einfarbig), zur Verfügung gestellt wurden. Nr. 27 ist 5mal trocken durch die lithographische Schnellpresse, Nr. 28 angefeuchtet 1mal durch die Handpresse und Nr. 29 angefeuchtet 1mal durch die Schnellpresse gegangen. Das Anfeuchten erfolgte in der Weise, daß bei Probe 28 gleichzeitig 3, bei Probe 29 gleichzeitig 10 Bogen mit der Hand durch eine flache Wanne mit Wasser gezogen wurden, worauf sie eine Nacht beschwert liegen blieben; am nächsten Tage wurden sie bedruckt und dann zu je 3 beziehungsweise 10 Bogen horizontal zwischen Pappen gelegt, die das Wasser auffaugten.

Gruppe V (Lfde. Nr. 30—55) umfaßt Schreibpapiere, Druck- und Kupferdruckpapiere. Die Versuchsanstalt hat diese Papiere aus ihren Beständen entnommen, von je 10 größeren Bogen die einen Hälften zurückbehalten und die zweiten der Reichsdruckerei übergeben; von jeder Sorte wurden die Bogen 1—5: je 1mal, die Bogen 6—10: je 2, 3, 4, 5 und 6mal in der beim lithographischen Druck üblichen Weise durch die Steindruckpresse geschickt, aber nicht mit Aufdruck versehen. Geprüft wurden die 1mal und die 6mal durch die Presse gegangenen Bogen. Die Bogen wurden vor dem Durchgang nicht genäßt; der Stein aber, über welchen die Bogen gegangen sind, wurde von den von Wasser benetzten Filzwalzen in üblicher Weise befeuchtet.

Gruppe VI (Lfde. N. 56—65) umfaßt Papiere von 10 Berliner Tageszeitungen. Als unbedrucktes Probematerial diente hier der vom Druck frei gebliebene Rand.

Wie vorstehende Zusammenstellung des Versuchsmaterials zeigt, ist dieses so ausgewählt, daß die verschiedenen Einflüsse, welche eine Aenderung der Festigkeitseigenschaften des Papiers beim Bedrucken bewirken könnten, Berücksichtigung gefunden haben.

Als solche Einflüsse würden anzunehmen sein: das Anfeuchten des Papiers, welchem nach Ansicht der Fabrikanten und Händler die Hauptschuld an der von ihnen behaupteten Festigkeitsverminderung zuzuschreiben ist, die mechanische Einwirkung der Typen und drittens das beim lithographischen Druck stattfindende Pressen des Papierblattes.

Auch der Möglichkeit einer Einwirkung der Farbe bezw. der Farben, wie sie namentlich beim lithographischen Landkartendruck in Frage kommen würde, ist durch Untersuchung der Papiere 27—29 Rechnung getragen worden.

Versuchsausführung.

Jeder Festigkeitsversuch wurde wie gewöhnlich mit 5 aus der Maschinenrichtung und 5 aus der Querrichtung geschnittenen Probestreifen, also im Ganzen mit 10 Streifen, ausgeführt. Im Allgemeinen wurden wie üblich 5 Bogen für jeden Festigkeitsversuch verwendet, indem aus jedem der 5 Bogen ein Streifen in der Maschinenrichtung und ein Streifen in der Querrichtung entnommen wurden; jedoch beschränkte sich bei den 6mal durch die Steindruckpresse geschickten Bogen der Papiere 30—55 (von jeder Papiersorte 1 Bogen) die Entnahme der 10 Probestreifen füglich auf den einen zur Verfügung stehenden Bogen.

Die bedruckten Proben wurden nur einmal auf ihre Festigkeit geprüft, während mit den unbedruckten Proben 3 getrennte Prüfungen ausgeführt wurden, um einen Anhalt über

Tabelle B. **Die bei der Prüfung der**

Laufende Nummer	Maschinenrichtung								Querrichtung							
	Reißlänge				Dehnung				Reißlänge				Dehnung			
	unbedruckt			bedruckt	unbedruckt			bedruckt	unbedruckt			bedruckt	unbedruckt			bedruckt
	erste Prüfung	zweite Prüfung	dritte Prüfung		erste Prüfung	zweite Prüfung	dritte Prüfung		erste Prüfung	zweite Prüfung	dritte Prüfung		erste Prüfung	zweite Prüfung	dritte Prüfung	
																Gruppe
1	7100	7200	7000	7000	2,0	2,2	2,1	2,2	3800	3750	3750	3750	4,3	4,5	4,7	4,3
2	5650	5550	5600	5500	1,7	1,8	1,8	1,8	3450	3450	3400	3100	3,9	3,9	4,0	3,5
																Gruppe
3	6200	6600	6600	6550	2,0	2,1	2,2	2,0	3500	3500	3450	3800	5,4	4,9	5,0	4,8
4	7000	6250	5950	6900	2,0	2,0	2,0	1,9	3550	3900	3950	3750	4,8	5,0	5,2	4,2
5	5450	5400	5500	5350	1,8	1,7	1,7	1,9	3150	3250	3300	3200	3,5	3,6	3,6	3,8
6	5350	5450	5200	5250	1,7	1,7	1,9	1,7	3150	3000	3100	3300	4,1	4,0	3,8	3,9
7	3950	3850	3750	3750	1,7	1,6	1,5	1,6	2800	2750	2850	2700	3,5	3,2	3,4	3,6
8	4300	4200	4000	4000	1,8	1,7	1,8	1,7	2950	2850	2850	2850	3,6	3,7	3,4	3,9
9	4800	4650	4600	4500	1,8	1,9	2,0	2,0	3100	2900	2900	3150	3,8	3,9	3,9	4,0
10	4700	4900	4900	4300	2,0	1,8	1,9	1,9	3000	3150	3250	3000	3,7	3,2	3,4	3,8
11	7250	7000	7000	7150	3,9	4,2	4,0	3,8	4550	4450	4550	5000	7,0	7,1	7,2	7,4
12	7200	6950	6950	7050	3,8	4,0	3,9	3,8	4650	4600	4500	5100	6,8	6,7	6,8	6,8
13	6850	6450	6200	6800	3,3	3,0	2,9	3,3	4550	4500	4500	4700	5,9	5,6	5,8	5,8
14	6800	6350	6650	6800	3,3	3,3	3,2	3,4	4500	4300	4450	4650	5,8	5,7	5,5	5,9
																Gruppe
15	3300	3450	3550	3300	1,4	1,3	1,2	1,4	1500	1500	1500	1500	1,8	1,5	1,3	1,9
16	5050	5250	4900	4900	1,7	1,9	1,8	1,7	2950	3050	3000	3000	3,0	3,3	3,4	3,0
17	3600	3600	3550	3550	1,7	1,8	1,8	1,7	2150	2150	2200	2200	2,6	2,4	2,7	2,5
18	4700	4650	4550	4800	2,1	2,1	2,2	2,2	3100	3000	2950	3100	4,7	4,6	4,8	4,2
19	4950	4800	5050	4850	2,2	2,1	2,2	2,1	3050	3050	3200	3200	3,5	3,7	4,2	4,4
20	4100	4400	4550	4100	1,6	1,5	1,5	1,6	2050	2200	2200	2100	3,2	2,7	2,9	3,6
21	4650	4850	4750	5250	2,2	2,3	2,4	2,4	3250	3250	3100	2850	4,4	4,3	3,8	4,4
22	5050	5050	5050	4800	2,2	2,3	2,2	2,1	3450	3500	3400	3450	4,4	4,5	4,4	4,6
23	6400	6450	6450	6450	3,0	2,9	3,1	2,8	4150	4200	4200	4200	6,7	6,2	6,6	6,6
24	5250	5150	5200	5150	2,4	2,7	2,7	2,3	3650	3750	3800	3800	4,7	4,8	4,7	4,7
25	5550	5500	5500	5550	2,6	2,8	2,8	2,5	3700	3700	3700	3700	5,4	5,3	5,4	5,3
26	4800	4850	4750	4800	2,6	2,7	2,6	2,6	3500	3500	3500	3400	3,6	3,9	3,9	3,6
																Gruppe
27	4650	4550	4600	4600	2,0	2,3	2,2	2,0	3550	3400	3500	3300	3,8	3,8	3,9	3,5
28	7000	6750	6800	7050	2,9	3,0	3,1	3,6	4500	4200	4150	4350	7,4	7,3	7,5	7,3
29	5350	5350	5300	5250	3,3	3,2	3,2	3,6	3650	3400	3500	3600	5,0	5,2	5,2	5,8

65 Papiere ermittelten Einzelwerthe.

Mittel								Feuchtigkeitsgehalt des				Gewicht eines qm in g
Reißlänge				Dehnung								
unbedruckt			bedruckt	unbedruckt			bedruckt	unbedruckten Papiers			bedruckten Papiers	
erste Prüfung	zweite Prüfung	dritte Prüfung		erste Prüfung	zweite Prüfung	dritte Prüfung		erste Prüfung	zweite Prüfung	dritte Prüfung		
I.												
5450	5475	5375	5375	3,2	3,4	3,4	3,3	7,1	7,6	7,5	7,2	89
4550	4500	4500	4300	2,8	2,9	2,9	2,7	6,9	6,6	6,7	6,5	104
II.												
4850	5050	5025	5175	3,7	3,5	3,6	3,4	7,1	7,0	7,3	7,2	80
5275	5075	4950	5325	3,4	3,5	3,6	3,1	6,8	7,2	7,3	7,1	85
4300	4325	4400	4275	2,7	2,7	2,7	2,9	6,3	6,6	6,4	6,4	87
4250	4225	4150	4275	2,9	2,9	2,9	2,8	6,7	6,0	6,3	6,7	90
3375	3300	3300	3225	2,6	2,4	2,5	2,6	6,3	6,1	6,3	6,3	92
3625	3525	3425	3425	2,7	2,7	2,6	2,8	5,7	6,1	6,4	5,9	95
3950	3775	3750	3825	2,8	2,9	3,0	3,0	6,0	6,5	6,4	6,2	97
3850	4025	4075	3650	2,9	2,5	2,7	2,9	6,2	6,9	6,7	6,3	100
5900	5725	5775	6075	5,5	5,7	5,6	5,6	6,4	6,7	6,7	6,3	102
5925	5775	5725	6075	5,3	5,4	5,4	5,3	6,5	6,7	6,5	6,4	108
5700	5475	5350	5750	4,6	4,3	4,4	4,6	6,0	6,1	6,1	6,0	108
5650	5325	5550	5725	4,6	4,5	4,4	4,7	6,5	6,1	5,7	6,3	110
III.												
2400	2475	2525	2400	1,6	1,4	1,3	1,7	6,2	6,0	6,1	6,3	71
4000	4150	3950	3950	2,4	2,6	2,6	2,4	6,2	6,3	6,1	6,2	77
2875	2875	2875	2875	2,2	2,1	2,3	2,1	6,1	6,6	6,6	6,0	85
3900	3825	3750	3950	3,4	3,4	3,5	3,2	6,1	6,8	7,0	6,3	92
4000	3925	4125	4025	2,9	2,9	3,2	3,3	6,5	6,4	6,5	6,3	95
3075	3300	3375	3100	2,4	2,1	2,2	2,6	6,3	6,6	6,4	6,1	97
3950	4050	3925	4050	3,3	3,3	3,1	3,4	6,3	6,6	6,5	6,3	98
4250	4275	4225	4125	3,3	3,4	3,3	3,4	6,2	6,9	7,0	6,4	98
5275	5325	5325	5325	4,9	4,6	4,9	4,7	6,3	6,6	6,6	6,2	99
4450	4450	4500	4475	3,6	3,8	3,7	3,5	6,5	6,5	6,6	6,4	103
4625	4600	4600	4625	4,0	4,1	4,1	3,9	6,3	6,6	6,6	6,0	103
4150	4175	4125	4100	3,1	3,3	3,3	3,1	6,1	6,3	6,2	6,3	108
IV.												
4100	3975	4050	3950	2,9	3,1	3,1	2,8	5,5	6,5	6,4	6,4	71
5750	5475	5475	5700	5,2	5,2	5,3	5,5	5,9	7,1	7,0	7,1	81
4500	4375	4400	4425	4,2	4,2	4,2	4,7	6,2	6,4	6,4	6,9	152

Laufende Nummer	Maschinenrichtung										Querrichtung									
	Reißlänge					Dehnung					Reißlänge					Dehnung				
	unbedruckt			1 mal bedruckt	6 mal bedruckt	unbedruckt			1 mal bedruckt	6 mal bedruckt	unbedruckt			1 mal bedruckt	6 mal bedruckt	unbedruckt			1 mal bedruckt	6 mal bedruckt
	erste Prüfung	zweite Prüfung	dritte Prüfung			erste Prüfung	zweite Prüfung	dritte Prüfung			erste Prüfung	zweite Prüfung	dritte Prüfung			erste Prüfung	zweite Prüfung	dritte Prüfung		
																				Gruppe
																				a) Schreib-
30	6550	6150	6400	6750	6350	1,5	1,3	1,3	1,6	1,8	3200	3300	3250	3250	3000	2,3	2,7	2,7	2,6	3,2
31	3450	3550	3500	3450	3400	1,8	1,6	1,7	1,8	1,8	2150	2150	2150	2150	2050	3,4	3,4	3,4	3,9	3,3
32	5850	5650	5700	5700	6000	2,1	2,1	2,0	2,2	2,4	3750	3600	3750	3750	4000	3,7	3,1	3,6	3,7	3,5
33	4500	4700	4550	4700	4800	1,8	1,9	1,9	1,8	1,8	2600	2450	2450	2500	2750	3,4	3,0	2,9	2,8	2,6
34	5550	5400	5900	5300	5250	1,8	1,7	1,9	2,2	2,4	2050	2000	2150	2050	2150	3,1	3,0	3,1	4,1	4,1
35	3700	3550	3550	3900	3700	1,7	1,7	1,7	1,6	1,7	2100	1950	2100	2150	2100	2,4	2,3	2,4	2,2	2,3
36	5350	5000	5000	5300	4850	1,8	1,6	1,5	1,8	1,6	3000	3050	3050	3100	2700	3,5	3,7	3,7	3,9	3,3
37	3900	3950	4050	4000	3850	1,9	2,2	2,2	2,1	2,0	2800	2850	2900	2850	2850	4,2	4,0	4,1	4,3	4,5
38	4150	4100	4100	4150	4200	2,0	2,1	2,1	1,9	2,0	2500	2500	2550	2650	2700	4,2	4,4	4,4	4,3	4,4
39	4250	4200	3950	4000	3900	1,4	1,3	1,4	1,3	1,4	2950	2850	2850	3150	2950	2,5	2,3	2,7	2,5	2,4
40	4000	3950	3850	3900	3900	1,6	1,7	1,5	1,6	1,8	2400	2400	2450	2450	2650	3,6	3,8	3,6	4,1	3,7
41	4650	4900	4700	4600	5050	2,1	2,1	2,1	2,0	2,1	2550	2250	2700	2500	2200	3,6	3,5	3,5	3,8	4,7
42	6650	6250	5950	6400	6600	2,4	2,3	2,2	2,3	2,3	4250	4300	4050	4200	4350	4,4	4,7	4,5	4,3	4,8
43	3300	3250	3250	3250	2900	2,1	2,0	2,0	2,0	1,9	2150	2200	2150	2150	1950	3,4	3,3	3,5	3,3	3,1
44	4800	4700	4550	4850	4650	2,3	2,3	2,3	2,3	2,4	3050	3200	3200	3100	3400	4,5	4,7	4,7	4,7	4,4
45	4100	4100	4100	4100	4050	2,4	2,5	2,4	2,3	2,4	2550	2550	2550	2550	2350	4,5	4,0	3,9	4,5	3,8
46	3850	3600	3900	3750	3500	2,0	1,8	1,9	1,9	2,1	3000	2950	3050	3050	3050	3,4	3,7	3,4	3,0	3,5
																				b) Druck-
47	5350	5300	5150	5050	5100	1,3	1,2	1,1	1,3	1,4	2550	2450	2250	2400	2500	1,7	1,6	1,4	2,1	1,8
48	4900	4700	5050	4700	4600	1,6	1,4	1,5	1,6	1,9	3150	3200	3300	3250	3650	3,0	3,3	2,9	3,1	3,7
49	4800	4950	4850	4850	4850	1,5	1,6	1,5	1,6	1,8	1950	1900	1950	1950	1650	2,0	1,9	2,2	2,2	1,7
50	2950	2650	2750	2800	2650	1,6	1,5	1,6	1,5	1,7	1650	1700	1650	1700	1500	1,9	1,8	1,9	1,8	1,5
51	3950	3950	3950	4150	4100	2,1	2,0	2,0	2,1	2,1	2400	2300	2350	2550	2400	4,1	3,7	3,6	3,4	3,8
52	2800	3000	2750	2950	2950	1,3	1,5	1,6	1,5	1,4	1550	1600	1550	1550	1450	2,2	1,7	1,7	2,1	2,5
53	3000	2900	2850	2950	3000	1,7	1,8	1,8	1,6	1,9	1950	1950	1900	1900	1900	2,6	2,6	2,6	2,5	2,6
54	2650	2700	2750	2750	2700	1,1	1,1	1,2	1,2	1,1	1900	1800	1800	1850	1850	1,9	2,0	1,9	1,9	1,9
55	2800	2800	2650	2800	2750	2,2	2,2	2,2	2,2	2,0	2300	2350	2250	2250	2200	3,0	3,0	3,3	3,3	3,0

Laufende Nummer	Maschinenrichtung						Querrichtung					
	Reißlänge			Dehnung			Reißlänge			Dehnung		
	unbedruckt			unbedruckt			unbedruckt			unbedruckt		
	erste Prüfung	zweite Prüfung	dritte Prüfung	bedruckt	erste Prüfung	zweite Prüfung	dritte Prüfung	bedruckt	erste Prüfung	zweite Prüfung	dritte Prüfung	bedruckt	erste Prüfung	zweite Prüfung	dritte Prüfung	bedruckt
																Gruppe
56	3300	2600	—	2600	1,3	1,1	—	1,1	1500	1250	—	1250	1,2	1,2	—	1,2
57	2750	—	—	2300	1,0	—	—	1,0	1650	—	—	1400	1,1	—	—	1,1
58	2250	2800	—	2000	0,8	1,1	—	0,9	1650	1450	—	1300	1,2	1,1	—	1,2
59	2900	2850	—	2350	1,4	1,5	—	1,1	1350	1300	—	1300	1,7	1,6	—	2,1
60	2850	—	—	2400	1,2	—	—	1,2	1350	—	—	1050	2,0	—	—	1,7
61	2800	2650	—	2350	1,0	1,1	—	1,0	1500	1500	—	1300	1,6	1,3	—	1,4
62	2500	—	—	1850	1,1	—	—	1,0	1150	—	—	900	1,3	—	—	1,2
63	2800	2700	—	2450	1,2	1,1	—	1,0	1400	1400	—	1350	1,4	1,5	—	1,7
64	2900	2650	—	2750	1,1	1,1	—	1,1	1550	1500	—	1300	1,8	1,9	—	1,9
65	3350	2750	—	2450	1,2	1,2	—	1,0	2000	2050	—	1600	1,8	1,8	—	1,8

Mittel: Reißlänge: unbedruckt: erste Prüfung	zweite Prüfung	dritte Prüfung	1 mal bedruckt	6 mal bedruckt	Mittel: Dehnung: unbedruckt: erste Prüfung	zweite Prüfung	dritte Prüfung	1 mal bedruckt	6 mal bedruckt	Feuchtigkeitsgehalt des unbedruckten Papiers: erste Prüfung	zweite Prüfung	dritte Prüfung	1 mal bedruckten Papiers	6 mal bedruckten Papiers	Gewicht eines qm in g
V.															
papiere.															
4875	4725	4825	5000	4675	1,9	2,0	2,0	2,1	2,5	7,9	8,0	8,1	8,3	8,5	40
2800	2850	2825	2800	2725	2,6	2,5	2,6	2,9	2,6	6,4	6,8	6,8	6,3	6,3	71
4800	4625	4725	4725	5000	2,9	2,6	2,8	3,0	3,0	7,0	7,5	7,5	7,1	6,9	72
3550	3575	3500	3600	3775	2,6	2,5	2,4	2,3	2,2	6,8	7,2	7,4	6,9	6,7	77
3800	3700	4025	3675	3700	2,5	2,4	2,5	3,2	3,3	5,9	6,9	6,9	6,6	6,3	86
2900	2750	2825	3025	2900	2,1	2,0	2,1	1,9	2,0	6,8	7,3	7,3	6,7	6,9	88
4175	4025	4025	4200	3775	2,7	2,7	2,6	2,9	2,5	6,1	6,9	6,9	6,2	6,2	89
3350	3400	3475	3425	3350	3,1	3,1	3,2	3,2	3,3	5,7	5,6	5,7	5,8	5,8	94
3325	3300	3325	3400	3450	3,1	3,3	3,3	3,1	3,2	6,2	6,4	6,4	6,1	6,2	95
3600	3525	3400	3575	3425	2,0	1,8	2,1	1,9	1,9	7,0	7,2	7,2	7,1	7,2	96
3200	3175	3150	3175	3275	2,6	2,8	2,6	2,9	2,8	6,5	6,7	6,6	6,6	6,7	101
3600	3575	3700	3550	3625	2,9	2,8	2,8	2,9	3,4	6,6	6,4	6,6	6,5	6,8	104
5450	5275	5000	5300	5475	3,4	3,5	3,4	3,3	3,6	6,2	6,6	6,8	6,4	6,3	104
2725	2725	2700	2700	2425	2,8	2,7	2,8	2,7	3,5	5,7	6,2	6,4	5,9	5,7	110
3925	3950	3875	3975	4025	3,4	3,5	3,5	3,5	3,4	5,6	6,0	6,2	5,4	5,6	113
3325	3325	3325	3325	3200	3,5	3,3	3,2	3,4	3,1	5,9	6,3	6,5	5,8	5,9	135
3425	3275	3475	3400	3275	2,7	2,8	2,7	2,5	2,8	6,0	6,3	6,1	5,9	6,0	136
papiere.															
3950	3875	3700	3725	3800	1,5	1,4	1,3	1,7	1,6	7,5	8,6	8,9	8,0	8,0	40
4025	3950	4175	3975	4125	2,3	2,4	2,2	2,4	2,8	6,7	7,3	7,2	6,8	7,1	59
3375	3425	3400	3400	3250	1,8	1,8	1,9	1,9	1,8	6,8	7,0	6,8	6,3	6,3	63
2300	2175	2200	2250	2075	1,8	1,7	1,8	1,7	1,6	5,1	4,9	5,1	5,4	5,3	70
3175	3125	3150	3350	3250	3,1	2,9	2,8	2,8	3,0	6,1	6,5	6,6	6,4	6,4	71
2175	2300	2150	2250	2200	1,8	1,6	1,7	1,8	2,0	5,4	5,3	5,0	5,3	5,3	72
2475	2425	2375	2425	2450	2,2	2,2	2,2	2,1	2,3	6,0	6,4	6,5	6,1	6,2	127
2275	2250	2275	2300	2275	1,5	1,6	1,6	1,6	1,5	6,6	7,2	7,1	6,6	6,6	132
2550	2575	2450	2525	2475	2,6	2,6	2,8	2,8	2,5	5,8	6,0	6,1	6,0	5,9	140

Mittel: Reißlänge: unbedruckt: erste Prüfung	zweite Prüfung	dritte Prüfung	bedruckt	Mittel: Dehnung: unbedruckt: erste Prüfung	zweite Prüfung	dritte Prüfung	bedruckt	Feuchtigkeitsgehalt des unbedruckten Papiers: erste Prüfung	zweite Prüfung	dritte Prüfung	bedruckten Papiers	Gewicht eines qm in g
VI.												
2400	1925	—	1925	1,3	1,2	—	1,2	8,0	8,4	—	8,4	43
2200	—	—	1850	1,1	—	—	1,1	7,8	—	—	7,7	49
1950	2125	—	1650	1,0	1,1	—	1,1	8,9	8,9	—	8,6	50
2125	2075	—	1825	1,6	1,6	—	1,6	8,5	8,2	—	8,5	50
2100	—	—	1725	1,6	—	—	1,5	8,1	—	—	8,0	50
2150	2075	—	1825	1,3	1,2	—	1,2	9,1	9,3	—	8,9	53
1825	—	—	1375	1,2	—	—	1,1	9,0	—	—	9,0	54
2100	2050	—	1900	1,3	1,3	—	1,4	8,1	7,9	—	8,4	56
2225	2075	—	2025	1,5	1,5	—	1,5	6,1	8,4	—	7,3	64
2675	2400	—	2025	1,5	1,5	—	1,4	7,9	8,6	—	7,8	66

Tabelle C. Verhältniszahlen.

Laufende Nummer	Mittlere Reißlänge				Mittlere Dehnung				Gewicht eines qm in g
	unbedruckt			bedruckt	unbedruckt			bedruckt	
	erste Prüfung	zweite Prüfung	dritte Prüfung		erste Prüfung	zweite Prüfung	dritte Prüfung		
Gruppe I.									
1	5450	100	99	99	3,2	106	106	103	89
2	4550	99	99	95	2,8	104	104	96	104
	100	**100**	**99**	**97**	**100**	**105**	**105**	**100**	
Gruppe II.									
3	4850	104	104	107	3,7	95	97	92	80
4	5275	96	94	101	3,4	103	106	91	85
5	4300	101	102	99	2,7	100	100	107	87
6	4250	99	98	101	2,9	100	100	97	90
7	3375	98	98	96	2,6	92	96	100	92
8	3625	97	94	94	2,7	100	96	104	95
9	3950	96	95	97	2,8	104	107	107	97
10	3850	105	106	95	2,9	86	93	100	100
11	5900	97	98	103	5,5	104	102	102	102
12	5925	97	97	103	5,3	102	102	100	108
13	5700	96	94	101	4,6	93	96	100	108
14	5650	94	98	101	4,6	98	96	102	110
	100	**98**	**98**	**100**	**100**	**98**	**99**	**100**	
Gruppe III.									
15	2400	103	105	100	1,6	88	81	106	71
16	4000	104	99	99	2,4	108	108	100	77
17	2875	100	100	100	2,2	95	105	95	85
18	3900	98	96	101	3,4	100	103	94	92
19	4000	98	103	101	2,9	100	110	114	95
20	3075	107	110	101	2,4	88	92	108	97
21	3950	103	99	103	3,3	100	94	103	98
22	4250	101	99	97	3,3	103	100	103	98
23	5275	101	101	101	4,9	94	100	96	99
24	4450	100	101	101	3,6	106	103	97	103
25	4625	99	99	100	4,0	103	103	98	103
26	4150	101	99	99	3,1	106	106	100	108
	100	**101**	**101**	**100**	**100**	**99**	**100**	**101**	
Gruppe IV.									
27	4100	97	99	96	2,9	107	107	97	71
28	5750	95	95	99	5,2	100	102	106	81
29	4500	97	98	98	4,2	100	100	112	152
	100	**96**	**97**	**98**	**100**	**102**	**103**	**105**	

Laufende Nummer	Mittlere Reißlänge					Mittlere Dehnung					Gewicht eines qm in g
	unbedruckt			1 mal bedruckt	6 mal bedruckt	unbedruckt			1 mal bedruckt	6 mal bedruckt	
	erste Prüfung	zweite Prüfung	dritte Prüfung			erste Prüfung	zweite Prüfung	dritte Prüfung			
Gruppe V.											
a) Schreibpapiere.											
30	4875	97	99	103	96	1,9	105	105	111	132	40
31	2800	102	101	100	97	2,6	96	100	112	100	71
32	4800	97	98	98	104	2,9	90	97	103	103	72
33	3550	101	99	101	106	2,6	96	92	88	85	77
34	3800	97	106	97	97	2,5	96	100	128	132	86
35	2900	95	97	104	100	2,1	95	100	90	95	88
36	4175	96	96	101	90	2,7	100	96	107	93	89
37	3350	101	104	102	100	3,1	100	103	103	106	94
38	3325	99	100	102	104	3,1	106	106	100	103	95
39	3600	98	94	99	95	2,0	90	105	95	95	96
40	3200	99	98	99	102	2,6	108	100	112	108	101
41	3600	99	103	99	101	2,9	97	97	100	117	104
42	5450	97	92	97	100	3,4	103	100	97	106	104
43	2725	100	99	99	89	2,8	96	100	96	125	110
44	3925	101	99	101	103	3,4	103	103	103	100	113
45	3325	100	100	100	96	3,5	94	91	97	89	135
46	3425	96	101	99	96	2,7	104	100	93	104	136
	100	**99**	**99**	**100**	**99**	**100**	**99**	**100**	**102**	**105**	
b) Druckpapiere.											
47	3950	98	94	94	96	1,5	93	87	113	107	40
48	4025	98	104	99	102	2,3	104	96	104	122	59
49	3375	101	101	101	96	1,8	100	106	106	100	63
50	2300	95	96	98	90	1,8	94	100	94	89	70
51	3175	98	99	106	102	3,1	94	90	90	97	71
52	2175	106	99	103	101	1,8	89	94	100	111	72
53	2475	98	96	98	99	2,2	100	100	95	105	127
54	2275	99	100	101	100	1,5	107	107	107	100	132
55	2550	101	96	99	97	2,6	100	108	108	96	140
	100	**99**	**98**	**100**	**98**	**100**	**98**	**99**	**102**	**103**	

Laufende Nummer	Mittlere Reißlänge				Mittlere Dehnung				Gewicht eines qm in g
	unbedruckt			bedruckt	unbedruckt			bedruckt	
	erste Prüfung	zweite Prüfung	dritte Prüfung		erste Prüfung	zweite Prüfung	dritte Prüfung		
Gruppe VI.									
56	2400	80	—	80	1,3	92	—	92	43
57	2200	—	—	84	1,1	—	—	100	49
58	1950	109	—	85	1,0	110	—	110	50
59	2125	98	—	86	1,6	100	—	100	50
60	2100	—	—	82	1,6	—	—	94	50
61	2150	97	—	85	1,3	92	—	92	53
62	1825	—	—	75	1,2	—	—	92	54
63	2100	98	—	90	1,3	100	—	108	56
64	2225	93	—	91	1,5	100	—	100	64
65	2675	90	—	76	1,5	100	—	93	66
	100	**95**		**88**	**100**	**99**		**98**	

die Schwankungen zu gewinnen, die bei wiederholter Prüfung der Papiere an sich, d. h. durch die Ungleichmäßigkeit des Materials und durch unvermeidliche Versuchsfehler, auftreten; nur bei den Zeitungen wurde wegen Mangel an Material die Prüfung nur zweimal und in drei Fällen nur einmal vorgenommen. Die Entnahme der Streifen aus dem bedruckten Material erfolgte stets so, daß die Streifen möglichst viel und kräftigen Druck enthielten. Man wird bei Ausführung von Prüfungen bedruckten Materials sonst wohl stets unter günstigeren Verhältnissen arbeiten, weil in den meisten Fällen Ränder ohne Druck für die Entnahme der Probestreifen zur Verfügung stehen.

Versuchsergebnisse.

In der Tabelle B sind zunächst die sämmtlichen bei der Prüfung ermittelten Werthe zusammengestellt; die laufenden Nummern stimmen mit denen der Tabelle A überein; im Uebrigen giebt der Kopf der Tabelle die erforderliche Erklärung.

Um eine bessere Uebersicht über die Unterschiede in den Werthen zu erhalten, sind in Tabelle C die Verhältnißzahlen gebildet, bezogen auf die Werthe der ersten Prüfung des unbedruckten Materials als 100. Die Werthe dieser Prüfung (Spalte 2 und 6) sind jedoch zur besseren Beurtheilung in ihrem ursprünglichen, durch den Versuch ermittelten Betrage aufgeführt, so daß bei dem Vergleich mit den übrigen Zahlen die Werthe dieser Spalten durchweg gleich 100 zu setzen sind. Die unter den Gruppen stehenden fett gedruckten Zahlen stellen die aus sämmtlichen Papieren der betreffenden Gruppe sich ergebenden mittleren Verhältnißzahlen dar; sie geben daher den werthvollsten Anhalt für die Beurtheilung der vorliegenden Frage.

Schlußfolgerungen.

Wie die Tabelle C und namentlich die unter den einzelnen Gruppen befindlichen mittleren Verhältnißzahlen zeigen, haben die Papiere 1—55 durch das Bedrucken in ihren Festigkeitseigenschaften keine Einbuße erlitten. Weder die Verhältnißzahlen für die mittlere Reißlänge noch diejenigen für die mittlere Dehnung lassen ein gesetzmäßiges Zurückgehen in der Festigkeit erkennen. In denjenigen Fällen, in welchen die mit dem bedruckten Material gewonnenen Werthe von der Zahl 100 nach unten oder oben abweichen, sind diese Abweichungen nicht größer als die Schwankungen, welche auch innerhalb der drei Versuchsreihen für das unbedruckte Material vorkommen; sie sind somit nicht durch das Bedrucken sondern durch unvermeidliche Ungleichmäßigkeiten des Materials bedingt.

Wenn man aus den Verhältnißzahlen einen Einfluß des Bedruckens herauslesen will, so würde aus den Dehnungsverhältnißzahlen der durch die Steindruckpressen gegangenen Bogen eine Zunahme der Dehnung zu folgern sein.

Anders liegen die Verhältnisse bei den Zeitungspapieren, welche, obwohl für die Normalien nicht in Frage kommend, dennoch zur Prüfung herangezogen wurden. Bei diesen zeigt sich eine geringe Abnahme in der Festigkeit; bei der Dehnung ist eine gesetzmäßige Beeinflussung nicht zu erkennen.

Nach den nunmehr vorliegenden Erfahrungen kann man die Befürchtung, daß Normalpapiere durch das Bedrucken in ihren Festigkeitseigenschaften ungünstig beeinflußt werden, wohl fallen lassen.

4. Linoleum.

Von H. Burchartz, Ständiger Mitarbeiter der Abtheilung für Baumaterialprüfung.

Ein Material, welches seit seiner Erfindung und fabrikmäßigen Erzeugung eine überraschend große Verbreitung gefunden hat, ist das Linoleum. Die Praxis hat ergeben, welche Vorzüge das genannte Material vor Stoffen hat, die gleichen Zwecken dienen, und welche Anforderungen an seine Leistungsfähigkeit und Haltbarkeit gestellt werden können; dennoch fehlt es an dem zahlenmäßigen Nachweis für die besonderen Eigenschaften des Linoleums, welche bei den einzelnen Sorten oft recht erheblich von einander abweichen.

Einen Beitrag zur Erweiterung der Erkenntniß mögen die Ergebnisse von Untersuchungen bilden, die in der Abtheilung für Baumaterialprüfung mit drei Linoleumsorten angestellt wurden.

Vor Eingang auf die Versuche und deren Ergebnisse seien einige Angaben[1]) über die Fabrikation des Linoleums vorausgeschickt.

Bekanntlich besteht das Linoleum aus einem wasserdicht gemachten Jutegewebe und einer darüberliegenden ebenfalls wasserundurchlässigen, mehr oder weniger elastischen Schicht, dem eigentlichen Linoleum. Dieses wurde im Jahre 1862 durch Frederic Walton in England erfunden, und zwar war das hauptsächlichste dieser Erfindung die Benutzung der natürlichen Oxydation des Leinöls. Mit dem Linoleum in Wettbewerb trat später ein ähnliches Material, Corticine, das nach einem anderen Patent (Taylor) hergestellt wurde und sich von dem Linoleum insofern unterschied, als das darin befindliche Leinöl nicht auf natürliche Weise oxydirt, sondern durch Kochen verdickt wurde. Ferner verwendete man zur Erzeugung des Corticine keine Kowrie-Copale, die das Linoleum besonders geschmeidig und die Oberfläche glänzend und geschlossen machen.

Das Linoleum besteht — abgesehen von Farbstoffen — aus gemahlenem Kork, oxydirtem Leinöl, Kowrie-Copalen und Fichtenharz. Der Kork wird auf besonderen Mühlen sehr fein gemahlen, das Leinöl vor der Verwendung oxydirt. Aus dem Oel, den Copalen und dem Harz wird zunächst eine kautschukartige Masse, der Linoleum-Cement, hergestellt, die später mit Korkmehl und Farbe vermittelst verschiedener Knet- und Mischmaschinen solange durcheinander geknetet wird, bis eine innige Mischung entsteht. Das so gewonnene Material wird wieder zerkleinert, mittels eines Calanders durch die Preßwalzen auf eine Juteunterlage, die spätere Rückseite des Linoleumbelages, aufgewalzt und durch zwei Polirwalzen geglättet. Hierauf wird die Juteunterlage von der Rückseite aus stark gefirnißt und die fertige Waare in Trockenräume gebracht, wo sie etwa 2 Monate trocknet. Bevor sie indeß versandtreif ist, lagert sie noch längere Zeit (etwa 4 Monate) in den Lagerräumen. Soll das Linoleum nicht einfarbig, sondern gemustert sein, so gelangt die Waare aus den Trockenräumen in die Druckerei, wo sie mit Oelfarbe vermittelst Druckblöcken und Handpressendruck bedruckt wird. Das bedruckte Linoleum bleibt dann in den Trockenräumen noch 2—3 Monate.

[1]) Die Mittheilungen über die Fabrikation des Linoleums wurden dem Verfasser von der Delmenhorster Linoleumfabrik mit dankenswerther Bereitwilligkeit zur Verfügung gestellt.

Umfang der Prüfung.

Die Untersuchung des von drei antragstellenden Fabriken eingereichten Linoleums erfolgte nach einem einheitlichen Arbeitsplan. Sie erstreckte sich auf die Ermittelung nachstehend angegebener Eigenschaften:

1. Einheitsgewicht des Belages, spezifisches Gewicht und Raumgewicht der Linoleummasse,
2. Abnutzbarkeit,
3. Verhalten gegenüber der Einwirkung von Wasser, verdünnten Säuren, verdünnten alkalischen Laugen und Petroleum auf die Oberseite des Linoleums,
4. Biegsamkeit, längs und quer zur Walzrichtung,
5. Zugfestigkeit und Dehnung, längs und quer zur Walzrichtung,
6. Wasserundurchlässigkeit der Linoleummasse und des Jutegewebes.

Probematerial.

Als Probematerial wurde von den Fabriken in allen drei Fällen einfarbiges Linoleum (braun) in Form von Platten und Streifen unter Kennzeichnung der Walzrichtung eingereicht. Aus diesen Proben wurden die zu den einzelnen Prüfungen erforderlichen Versuchsstücke herausgeschnitten.

Tabelle 1. **1. Gewicht.**

Linoleum-Marke	Raumgewicht[1]) der Linoleummasse	Specif. Gewicht[1]) des Linoleumpulvers[2])	Dichtigkeitsgrad	Mittlere Dicke mm	Gewicht[1]) für 1 qm kg
A	0,834	—	—	3,8	3,580
B	1,225	1,342	0,913	3,6	4,085
C	1,180	1,325	0,891	4,0	4,280

[1]) Mittel aus einer größeren Anzahl von Einzelbestimmungen.
[2]) Das Linoleumpulver wurde durch Raspeln der Linoleummasse hergestellt.

Tabelle 2. **2. Abnutzbarkeit.**

Marke	Versuch Nr.	Gewichtsverluste nach den übergeschriebenen Umdrehungen der Schleifscheibe				Raumgewicht	Abnutzung in Summa	
		110	220	330	440			
		Gramm					g	ccm
A	I	0,25	0,45	0,55	0,50	0,834	1,75	2,1
	II	0,30	0,50	0,60	0,45		1,85	2,2
	Mittel						1,80	2,2
B	I	0,4	0,4	0,5	0,5	1,225	1,8	1,5
	II	0,4	0,5	0,5	0,5		1,9	1,6
	Mittel						1,9	1,6
C	I	0,2	0,3	0,4	0,4	1,180	1,3	1,1
	II	0,3	0,3	0,3	0,3		1,2	1,0
	Mittel						1,3	1,1
Mittel								1,6

Tabelle 3. **3. Verhalten gegenüber der Einwirkung von Wasser, verdünnten Säuren, verdünnten alkalischen Laugen und Petroleum.**

(Veränderung des ursprünglichen Farbtones der Oberseite.)

Marke	Wasser	2% Salzsäure	2% Salpetersäure	2% Schwefelsäure	2% Sodalösung	2% Ammoniaklösung	Stark alkalisch reagirende Seifenlauge	Petroleum
A	Farbe unverändert	Nach dem Abwaschen mit Wasser und hierauf erfolgtem Trocknen zeigten die Proben eine kaum merkliche Veränderung des ursprünglichen Farbtones			Nach dem Abwaschen mit Wasser und hierauf erfolgtem Trocknen war eine erhebliche Verdunklung des Farbtones eingetreten			Farbe unverändert
B	Farbe unverändert	Der Farbton war etwas heller geworden			Die Farbe hatte sich etwas verdunkelt, und zwar durch Sodalösung am stärksten und durch Seifenlauge am schwächsten			Farbe unverändert
C	Farbe unverändert	Das Linoleum hatte eine auffallend dunklere Farbe angenommen	Die ursprüngliche Farbe war kaum merklich dunkler geworden	Farbe unverändert	Das Linoleum hatte eine auffallend dunklere Färbung angenommen	Farbe unverändert	Die ursprüngliche Farbe war kaum merklich dunkler geworden	Die ursprüngliche Farbe war kaum merklich dunkler geworden

Tabelle 4. **4. Biegsamkeit.**[1])

Mittlere Abmessungen der Versuchsstücke: 20 . 5 . 0,4 cm.

Marke	Durchmesser des Dornes mm	Verhalten der Proben bei dem Umbiegen			
		in der Walzrichtung		quer zur Walzrichtung	
		bei + 20 C°	bei + 40 C°	bei + 20 C°	bei + 40—45 C°
A	28	Unverändert	—	Unverändert	—
	27	desgl.	—	Feine Oeffnungen	—
	26	desgl.	—	Risse	—
	23	Feine Oeffnungen	—	—	—
	20	Eintritt von Rissen	—	—	—
B	30	Unverändert	Feine Oeffnungen	Unverändert	Unverändert
	25	Feine Oeffnungen	Feine Risse	Feine Oeffnungen	Feine Oeffnungen
	20	Starke Risse	Starke Risse	Feine Risse	Feine Risse
	15	Stärkere Risse	Bruch der Oberschicht	Starke Risse	Starke Risse
	10	Bruch der Oberschicht	—	Bruch der Oberschicht	Bruch der Oberschicht
C	45	Unverändert	Unverändert	Unverändert	Unverändert
	40	desgl.	desgl.	Vereinzelte feine Oeffnungen	Vereinzelte feine Oeffnungen
	35	desgl.	desgl.	Einzelne kurze Risse	Einzelne kurze Risse, die sich allmählich zu längeren, klaffenden Rissen erweiterten
	30	Vereinzelte feine Oeffnungen	Einzelne Proben zeigten nur vereinzelte feine Oeffnung., andere kurze Risse, die sich allmählich zu längeren, klaffenden Rissen erweiterten	Längere, zum Theil klaffende Risse	—
	25	Längere, zum Theil klaffende Risse		—	—

[1]) Die Versuche wurden ausgeführt, indem die Linoleumstreifen mit der Gewebeseite nach unten um die Dorne langsam herumgebogen wurden.

Tabelle 5. 5. Zug-

Marke	Art der Probenentnahme	Mittlere Abmessungen			Gewicht für 1 m Probenlänge	Dehnungen in % bei den übergeschriebenen								
		Breite mm	Dicke mm	Querschnitt qcm	kg	40	60	80	100	120	140	160	180	200
A [1]	In der Walzrichtung	150	3,8	5,7	0,55	0,6	1,2	1,9	2,5	3,2	3,7	4,3	5,0	(5,0)
	Quer zur Walzrichtung	150	3,8	5,7	0,55	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,7
B [1]	In der Walzrichtung	150	3,6	5,41	0,62	1,2	2,2	3,4	4,4	5,3	5,9	6,5	[6,9]	—
	Quer zur Walzrichtung	150	3,6	5,41	0,62	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1,0
C [2]						15	25	35	45	55	65	75	85	95
	In der Walzrichtung	48	5,5	2,6	0,21	1,2	2,4	3,6	4,5	5,3	5,9	[6,8]	—	—
	Quer zur Walzrichtung	48	5,5	2,6	0,21	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0

[1]) Die Meßlänge betrug: 300 mm.
[2]) „ „ „ 400 „

6. Wasserdurchlässigkeit.

Während der 24stündigen Beobachtung der Proben war keine Verminderung der Wassersäule in den Glasröhren zu erkennen. Alle drei Linoleumsorten waren also gegen Wasser undurchlässig.

Vorbereitung des Versuchsmaterials und Versuchsausführung.

Die Eigenart des Materials verlangte zum Theil besondere Versuchsausführung, die, soweit sie von der sonst üblichen Art der Prüfungsbehandlung abwich, nachstehend beschrieben sei, sofern sie aus den vorstehenden Tabellen nicht ersichtlich ist.

Für die Abnutzungsversuche wurden aus den Linoleumplatten Probestücke (aus jeder Sorte 2 Stück) von 7,1 · 7,1 cm = 50 qcm Fläche herausgeschnitten, auf Holzwürfel von gleichem Querschnitt aufgeleimt und im lufttrockenen Zustande auf einer Bauschingerschen Schleifmaschine in der üblichen Weise geschliffen[1]). Dieses bei Steinen und sonstigen zu Fußbodenbelag benutzten Materialien übliche Verfahren wurde, wenn auch die hierbei eintretende Beanspruchung den Verhältnissen der Praxis nicht genau entspricht, der Einfachheit wegen beibehalten. Der Abschleifversuch, bei welchem, wie Martens[2]) sich ausdrückt, „das schleifende Korn einen selbständig bewegten Körper (Sandstrahlgebläse, Schmirgel-Polirpulver u. s. w.) bildet", im Gegensatz zu einem Versuch, bei welchem „das schleifende Korn in einem Bindemittel fest eingebettet ist und einen Bestandtheil eines festen Körpers (Schleifstein, Schmirgel-, Polirfeile u. s. w.) bildet", — wird das Prüfungsergebniß bei weichen, elastischen Stoffen, wie Holz, Linoleum, Kork und dergleichen stets begünstigen, weil das Korn, anstatt sich zwischen der rollenden

[1]) Vergl. „Mittheilungen" 1897, S. 47.
[2]) Vergl. „Mittheilungen" 1886, S. 3. „Ueber Abnutzung durch Schleifen".

festigkeit und Dehnung.

Belastungen in kg					Bleibende Dehnung in % nach den übergeschriebenen Belastungen in kg			Bruch-		Reißlänge	Lage des Bruches
								Spannung	Spannung für 1 cm Breite		
220	240	260	280	300	100	160	200	kg/qcm	kg	m	
(4,8)	(5,2)	(5,3)	(5,5)	—	1,7	3,2	(3,3)	42,8	16,3	445	Der Bruch erfolgte, abgesehen von einer Probe, im freien Theil der Einspannung
0,8	0,9	1,0	1,0	1,2	0,1	0,2	0,5	57,5	21,9	603	Der Bruch erfolgte im freien Theil der Einspannung
—	—	—	—	—	2,6	4,7	—	34,3	12,4	298	Der Bruch erfolgte im freien Theil der Einspannung
1,1	1,2	1,3	1,5	—	0,0	0,1	0,2	53,8	19,1	468	desgl.
105	115										
—	—	—	—	—	—	—	—	28,0	15,2	353	Der Bruch erfolgte im freien Theil der Einspannung
1,1	1,2	—	—	—	—	—	—	46,6	24,8	570	desgl.
Mittel					In der Walzrichtung			35,0		365	
					Quer zur Walzrichtung			52,6		547	

Unterlage und dem zu schleifenden Körper hindurchzubewegen und Theile des Körpers herauszureißen, leicht in das weichere Material eindringt und sich zum Theil darin festsetzt. Zweckmäßiger würde schon das von Martens vorgeschlagene Verfahren[1]) zur Ermittelung der Abnutzung sein, welches darin besteht, daß das zu prüfende Stück mit einem bestimmten Druck gegen die Oberfläche einer Schleifscheibe aus Sandstein (von bestimmter Korngröße?) gedrückt wird, welcher während des Drehens durch fortwährendes Aufstreuen ganz feinen, durch ein Sieb von 900 Maschen für 1 qcm gesiebten Sandes rein und rauh, sowie durch zeitweise Wasseraufgabe feucht gehalten wird.

Ein Versuch, der die Inanspruchnahme des Materials bei der Verwendung am besten nachahmt, würde der sein, bei welchem das schleifende Korn fest liegt. Ein solches Verfahren zu finden dürfte indeß schwierig sein, da bei einer Prüfung dieser Art kaum vermieden werden kann, daß das Korn mit der Zeit selbst abgeschliffen und stumpf wird und somit, wenn auch beim Abnutzen weicher Materialien nur langsam, seine Angriffsfähigkeit allmählich verliert.

Zur Feststellung der Einwirkung von Wasser und anderen Flüssigkeiten wurden je zwei Probeplatten von etwa 20 cm Länge und 10 cm Breite in Zwischenräumen von je einer Stunde zur Hälfte mit den Versuchsflüssigkeiten bestrichen und zwar 10 mal mit Wasser und je 5 mal mit den übrigen Versuchsflüssigkeiten.

Die Ausführung der Zugfestigkeits-(Zerreiß-)Versuche erforderte keine besonderen Maßnahmen. Sie wurden an Probestücken, deren Abmessungen aus Tabelle 5 ersichtlich sind, in der Abtheilung für Metallprüfung vorgenommen. Bei bestimmten Laststufen wurde die Dehnung gemessen. Auch die Reißlänge wurde berechnet.

[1]) Vergl. „Mittheilungen“ 1886, S. 5 ff.

Zur Ermittelung der Wasserdurchlässigkeit bezw. Wasserdichtigkeit sowohl der Unterseite wie der Oberseite der Linoleumplatten wurden auf die Unterseite von 5 quadratischen Probestücken (20 · 20 cm) und auf die Oberseite von 5 anderen gleich großen Stücken je ein mit Theilung versehenes Glasrohr von 35 mm lichtem Durchmesser wasserdicht aufgekittet und bis zu einem bestimmten Theilstrich mit Wasser gefüllt. Nach gewissen Zeitabschnitten wurde der Stand der Wassersäule abgelesen.

Versuchsergebnisse.

Die bei der Prüfung gewonnenen Ergebnisse sind vorstehend verzeichnet und der leichteren Uebersicht wegen bis auf diejenigen der Wasserdurchlaßprüfung in Tabellen zusammengestellt.

Der Raumersparniß wegen sind die Werthe für Zugfestigkeit und Dehnung nur im Mittel aus den fünf angestellten Einzelversuchen angegeben; es mag indeß hierzu bemerkt werden, daß die 5 Proben bei allen Linoleumsorten sowohl in der Walzrichtung wie quer dazu sehr gleichmäßige Ergebnisse geliefert haben, sodaß auf die Wiedergabe aller Werthe verzichtet werden kann.

Schlußfolgerungen.

Allgemein läßt sich aus den Ergebnissen schließen, daß sich die verschiedenen Linoleumsorten bei sonst anscheinend gleicher Beschaffenheit den verschiedenen Beanspruchungen gegenüber verschieden verhalten haben. Während z. B. Linoleum B durch die Behandlung mit Säuren eine hellere Färbung angenommen hat, sind die Sorten A und C bei der gleichen Beanspruchung mehr oder weniger dunkler geworden. Gegen gewisse Laugen ferner blieb die Farbe einer Probe unempfindlich, während die andere bei Einwirkung der gleichen Laugen in einen dunkleren Ton überging.

Vermuthlich sind diese Unterschiede theils in der Verschiedenheit der verwendeten Rohstoffe, theils in der Art der Verarbeitung letzterer begründet, welche mehr oder weniger Geheimniß der einzelnen Fabriken ist.

So ist die Festigkeit durch die Stärke des Jutegewebes beeinflußt, während für die Biegsamkeit (Elasticität) die Beschaffenheit der Rohstoffe und der Gehalt an Leinöl, sowie die Dicke der Linoleummasse maßgebend sein werden.

Im Besonderen ist hinsichtlich der einzelnen Eigenschaften Folgendes zu bemerken:

1. Im Mittel betrug
   a) das Raumgewicht: 1,080,
   b) das specifische Gewicht: 1,334
   } für die Linoleummasse ohne Jutegewebe.
2. Die Abnutzung war bei A am höchsten, wenn auch der Unterschied zwischen dieser und der Abnutzung der beiden anderen Sorten nicht von praktischer Bedeutung ist. Im Mittel beträgt sie: 1,6 ccm.
3. Durch Wasser wurde der Ton der Linoleummasse nicht verändert; auch Petroleum übte keinen anhaltenden Einfluß auf die Farbe aus. Gegenüber Säuren und Laugen verhielten sich die drei Linoleumsorten nicht sehr verschieden. Im Allgemeinen trat durch die Einwirkung beider Flüssigkeitsarten eine mehr oder weniger lebhafte Verdunkelung ein.
4. Die Zerstörung infolge Umbiegens trat (beim Biegen in der Walzrichtung bei Zimmerwärme) durchschnittlich bei 25 mm Durchmesser ein. Aehnlich war das

Verhalten beim Biegen quer zur Walzrichtung. Durch die Erwärmung des Linoleums wurde die Biegsamkeit etwas vermindert und die Zerstörung trat etwas früher ein, als bei gewöhnlicher Wärme.

5. Die Zugfestigkeit betrug im Mittel:
   in der Walzrichtung: 35 kg/qcm;
   quer zur Walzrichtung: 53 kg/qcm.
   Die Reißlänge:
   in der Walzrichtung: 365 m;
   quer zur Walzrichtung: 547 m.
6. Die Wasserdichtigkeit war bei sämmtlichen drei Sorten in gleichem Grade vorhanden.

Die technischen Bedingungen, die unter Anderen von Seiten einer Behörde Angeboten zu Grunde gelegt wurden, waren folgende:

„Das Linoleum soll braun und ungemustert sein, muß eine ebene, glatte und glänzende Oberfläche zeigen und einen solchen Oelgehalt haben, daß dasselbe eine gummiartige Elasticität besitzt; es darf nicht hart, spröde oder brüchig sein und muß nach dem Abwaschen mit Wasser und nachherigem Trockenreiben seinen Glanz behalten."

Hiernach hätte sich die Prüfung auch namentlich auf die Bestimmung des Oelgehaltes zu erstrecken, und wäre eventuell hierfür ein besonderes Verfahren auszubilden.

Ueber die sonstigen Eigenschaften würde eine Untersuchung, wie sie vorstehend beschrieben, hinreichenden Aufschluß geben.

Von den im Anschluß an die „**Mittheilungen aus den Königlichen technischen Versuchsanstalten**“ zur Ausgabe gelangenden **Ergänzungsheften** sind erschienen:

1887.

Heft I. **Die Festigkeitseigenschaften des Magnesiums.** Von A. Martens. Mit 3 Taf. Preis M. 4,—.

Heft II. **Untersuchungen über die Festigkeitseigenschaften und Leitungsfähigkeit an deutschem und schwedischem Drahtmateriale.** Von A. Martens. Preis M. 2,—.

Heft III. 1. **Mikroskopische Untersuchung des Papiers.** Von W. Herzberg. Mit 2 Lichtdrucktafeln. — 2. **Ergebnisse der Prüfungen von Apparaten zur Untersuchung der Festigkeitseigenschaften von Papier.** Von A. Martens. Mit 1 Tafel. Preis M. 5,—.

Heft IV. **Ueber Druckpapiere der Gegenwart.** Von A. Martens. Preis M. 1,—.

1888.

Heft I. Ergänzungen zu den im 2. Ergänzungshefte 1887 veröffentlichten **Untersuchungen über Festigkeitseigenschaften und Leitungsfähigkeit an deutschem und schwedischem Drahtmateriale.** 1. **Bestimmung des elektrischen Leitungswiderstandes von Metalldrähten.** Von Prof. A. Paalzow. Mit 1 Tafel. — 2. **Zusammenhang zwischen der chemischen Zusammensetzung und dem Kleingefüge einerseits und der Leitungsgüte des Telegraphendrahtes andrerseits.** Von Dr. H. Wedding. Mit 7 Tafeln. Preis M. 6,—.

Heft II. **Bericht über die Ergebnisse von Festigkeitsversuchen mit gelötheten Drahtseilen und Drähten.** Von A. Martens. Mit 2 Tafeln. Preis M. 8,—.

Heft III. **Schmierölunterſuchungen.** Von A. Martens. Mit 4 Tafeln. Preis M. 6,—.

Heft IV. **Untersuchung japanischer Papiere.** Von A. Martens. Mit 3 Tafeln. Preis M. 5,—.

Heft V. **Bericht** über die im Auftrage des Herrn Ministers für Handel und Gewerbe ausgeführten vergleichenden Untersuchungen von **Seilverbindungen für Fahrstuhlbetrieb.** Theil I. Ergebniß der Untersuchungen für ruhende Belastung. Von A. Martens. Preis M. 2,60.

1889.

Heft I. **Resultate der Untersuchungen des in der Eifel vorkommenden vulkanischen Sandes in Bezug auf seine Verwendbarkeit zur Mörtelbereitung.** Von Dr. Böhme. Mit 2 Tafeln. Preis M. 3,—.

Heft II. **Untersuchungen von natürlichen Gesteinen auf Festigkeit, specifisches Gewicht, Härtegrad, Wasseraufnahme, Cohäsionsbeschaffenheit und Wetterbeständigkeit.** Von Dr. Böhme. Mit 1 Tafel. Preis M. 4,—.

Heft III. **Bericht** über die im Auftrage des Herrn Ministers für Landwirthschaft, Domänen und Forsten ausgeführten **Holzuntersuchungen.** Von M. Rudeloff. Mit 2 Tafeln. Preis M. 7,—.

Heft IV. **Festigkeitsuntersuchungen mit Zinkblechen der schlesischen Aktien-Gesellschaft für Bergbau- und Zinkhüttenbetrieb zu Lipine O.-S.** Von A. Martens. Mit 2 Tafeln. Preis M. 4,—.

Heft V. **Schmierölunterſuchungen.** Von A. Martens. (Fortsetzung zum Ergänzungsheft III. 1888.) Mit 1 Tafel. Preis M. 10,—.

1890.

Heft I. **Versuche über die Beiz- und Rostsprödigkeit des Eisens und Stahls.** Bericht des Professors A. Ledebur in Freiburg nebst den Versuchsergebnissen der mechan.-techn. Versuchsanstalt. Preis M. 3,—.

Heft II. **Untersuchungen mit Eisenbahnmaterialien,** ausgeführt im Auftrage des Herrn Ministers der öffentlichen Arbeiten. Von Professor A. Martens. Mit 5 Tafeln. Preis M. 30,—.

1895.

Heft I. **Bericht über vergleichende Schmierölunterſuchungen,** ausgeführt in den Jahren 1889—1894. Von Dr. D. Holde. Preis M. 5,—.

1896.

Heft I. **Mittheilungen aus dem officiellen Bericht der im französischen Ministerium der öffentlichen Arbeiten gebildeten Commission des Méthodes d'Essai des Matériaux de Construction.** 1. Sitzungsperiode (1894). Band I. Allgemeine Grundlagen. Uebersetzt vom Assistenten Paul Zizmann. Preis M. 2,60.

1899.

Heft I. **Bericht über die Raumbeständigkeit von zehn Portlandcementen,** nach Versuchen der Königl. mechan.-techn. Versuchsanstalt und der Kommission des Vereins deutscher Portlandcement-Fabrikanten erstattet von M. Gary. Mit 2 Tafeln. Preis M. 4,—.

Für die Redaktion verantwortlich: **A. Martens.** — Verlag von **Julius Springer** in Berlin.

Druck von E. Buchbinder in Neu-Ruppin.

228223

Mittheilungen

aus den

Königlichen technischen Versuchsanstalten

zu

Berlin.

THE NEW YORK PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX AND TILDEN FOUNDATIONS

Herausgegeben

im Auftrage

der Königlichen Aufsichts-Kommission.

Siebzehnter Jahrgang: 1899.

Erstes und zweites Heft.

Berlin.
Verlag von Julius Springer.
1899.

Seit 1883 erscheinen

Mittheilungen aus den Königlichen technischen Versuchsanstalten zu Berlin.

Herausgegeben im Auftrage der Königlichen Aufsichts-Kommission.

Jährlich 6—8 Hefte. — Preis für den Jahrgang M. 12,—.

Inhalt.

Seite

1. Bekanntmachung 1
2. Erklärung 1
3. Prüfung von Schornsteinmauerwerk. Vom Abtheilungsvorsteher Ingenieur M. Gary 3
4. Normalpapiere. Vom Abtheilungsvorsteher W. Herzberg 23
5. Die neuen Anleitungen zur Untersuchung der Mineralöle und des Ceresins für die zollamtliche Abfertigung. Vom Abtheilungsvorsteher Dr. D. Holde 35
6. Kleine Mittheilungen.
   - A. Aus der Abtheilung für Baumaterialprüfung. Vom Abtheilungsvorsteher Ingenieur M. Gary.
     1. Ungeeignete Ziegel im Bau 44
     2. Treibwirkungen in einer Kunststeinmasse 49
     3. Ostafrikanische Gesteine 53
   - B. Aus der Abtheilung für Papierprüfung. Vom Abtheilungsvorsteher W. Herzberg.
     1. Einfluß höherer Wärmegrade auf die Festigkeitseigenschaften von Papier 54
     2. Widerstand gegen Zerknittern 57
     3. Packpapierprüfung 60
   - C. Aus der Abtheilung für Oelprüfung. Vom Abtheilungsvorsteher Dr. D. Holde.
     1. Die Bestimmung des Flüssigkeitsgrades nach Engler 62
     2. Vorschläge für einheitliche Angaben und Prüfung des specifischen Gewichtes von Schmierölen 66
     3. Vorschläge für eine einheitliche Benennung der leichtsiedenden Theile des Rohpetroleums 67
     4. Die Feuergefährlichkeit von Petroleumbenzinen und Putzölen. (In Gemeinschaft mit dem Assistenten Pelgry) 68

Verlag von Julius Springer in Berlin N.

Chemisch-technische
Untersuchungsmethoden.

Mit Benutzung der früheren
von Dr. Friedrich Böckmann bearbeiteten Auflagen,
und unter Mitwirkung von
C. Adam, L. Aubry, F. Barnstein, M. Barth, Th. Beckert, C. Bischof, O. Böttcher, C. Councler, K. Dieterich, K. Dümmler, A. Ebertz, C. v. Eckenbrecher, F. Erismann, F. Fischer, E. Gildemeister, R. Gnehm, O. Guttmann, E. Haselhoff, R. Henriques, W. Herzberg, D. Holde, W. Jettel, H. Köhler, E. O. v. Lippmann, J. Messner, W. Möslinger, C. Moldenhauer, G. S. Neumann, J. Pässler, O. Pfeiffer, O. Pufahl, G. Pulvermacher, O. Schluttig, C. Schoch, G. Schüle, L. Tietjens
herausgegeben
von
Dr. Georg Lunge,
Professor der technischen Chemie am Eidgenössischen Polytechnikum in Zürich.

Vierte, vollständig umgearbeitete und vermehrte Auflage.

Erster Band.

Mit 146 in den Text gedruckten Abbildungen.

Preis M. 16,—; in Halbleder gebunden M. 18,—.

Ausführlicher Prospekt liegt diesem Hefte bei.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Sämmtliche Apparate
zur
Untersuchung von Mineralölen
empfehlen in bester Ausführung [920]
Sommer & Runge,
Berthold Pensky Nachfolger,
BERLIN SW., Wilhelmstrasse No. 122.

Verlag von Julius Springer in Berlin N.

EISERNE

DÄCHER UND HALLEN

IN ENGLAND

VON

LUDWIG MERTENS.

Mit 20 Tafeln.

Kartonirt Preis M. 12,—.

Graphische Tafeln

zur

Bestimmung der Tragfähigkeit gusseiserner und schmiedeeiserner Säulen und Träger.

Von

W. Weber, Ingenieur.

9 Seiten Text und 6 Tafeln in Mappe.

Preis M. 6,—.

Jeder, der oft in die Lage kommt, die Tragfähigkeit eiserner Träger und Säulen zu bestimmen, wird wissen, dass diese Rechnungen, wenn auch nicht schwierig, so doch zeitraubend und durch vielfache Wiederholungen sehr ermüdend sind. Besonders tritt dies hervor bei flüchtigen Entwürfen, bei denen es vorläufig auf genaue Dimensionen weniger ankommt als auf Zeitersparniss, oder aber bei Anschlägen, die oft schnell abgegeben und denen doch genaue, zuverlässige Dimensionen zu Grunde gelegt werden sollen. In allen solchen Fällen, sowie auch bei Dimensionsbestimmungen für wirkliche Ausführungen bieten die vorliegenden graphischen Tafeln das bequemste Hilfsmittel, ebenso schnell als sicher zum Ziele zu gelangen und ermöglichen eine Ersparniss an Zeit und Arbeit.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Hierzu Beilagen von **Carl Schleicher & Schüll** in Düren (Rheinland). — **Verlagsbuchhandlung von Julius Springer** in Berlin N.

Mittheilungen

aus den

Königlichen technischen Versuchsanstalten

zu

Berlin.

Herausgegeben

im Auftrage

der Königlichen Aufsichts-Kommission.

Siebzehnter Jahrgang: 1899.

Drittes Heft.

Mit 3 Tafeln.

Berlin.
Verlag von Julius Springer.
1899.

Seit 1883 erscheinen

Mittheilungen aus den Königlichen technischen Versuchsanstalten

zu Berlin.

Herausgegeben im Auftrage der Königlichen Aufsichts-Kommission.

Jährlich 6—8 Hefte. — Preis für den Jahrgang M. 12,—.

Inhalt.

Seite

1. Ueber die Mikrophotographie im auffallenden Licht und über die mikrophotographischen Einrichtungen der Königlichen mechanisch-technischen Versuchsanstalt in Charlottenburg. Von Professor A. Martens und Ingenieur E. Heyn 73
2. Ueber die Feststellung der Temperatur, bei der Ceresin und Paraffin ihren Aggregatzustand ändern. Vom Direktor, Geheimen Bergrath Professor Dr. Finkener 100
3. Die neuen Anleitungen zur Untersuchung der Mineralöle und des Ceresins für die zollamtliche Abfertigung. Vom Vorsteher der Abtheilung für Oelprüfung Dr. D. Holde (Fortsetzung von S. 43) 103
4. Prüfung von Gummischläuchen für Dampfheizungskupplungen an Eisenbahnwagen. Vom stellvertr. Direktor und Vorsteher der Abtheilung für Metallprüfung Professor M. Rudeloff 108
5. Probebelastung von Decken. Vom Vorsteher der Abtheilung für Baumaterialprüfung Ingenieur M. Gary 115
6. Kleine Mittheilungen aus der Abtheilung für Papierprüfung. Vom Abtheilungsvorsteher W. Herzberg.
   - Lieferung nach Probe 119
   - Manila-Packpapier 119

Mittheilungen

aus den

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS

Königlichen technischen Versuchsanstalten

zu

Berlin.

Herausgegeben

im Auftrage

der Königlichen Aufsichts-Kommission.

Siebzehnter Jahrgang: 1899.

Viertes Heft.

Berlin.
Verlag von Julius Springer.
1899.

Seit 1883 erscheinen

Mittheilungen aus den Königlichen technischen Versuchsanstalten

zu Berlin.

Herausgegeben im Auftrage der Königlichen Aufsichts-Kommission.

Jährlich 6—8 Hefte. — Preis für den Jahrgang M. 12,—.

Inhalt.

Seite

1. Ziegelprüfungen in den Betriebsjahren 1895—1897. Vom Vorsteher der Abtheilung für Baumaterialprüfung, Ingenieur M. Gary 121
2. Der heutige Stand der Holzuntersuchungen und die Vereinheitlichung der Prüfungsverfahren. Vom stellvertr. Direktor und Vorsteher der Abtheilung für Metallprüfung, Professor Rudeloff 180
3. Bekanntmachung 206

Mittheilungen

aus den

Königlichen technischen Versuchsanstalten

zu

Berlin.

THE NEW YORK PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX AND TILDEN FOUNDATIONS

Herausgegeben

im Auftrage

der Königlichen Aufsichts-Kommission.

Siebzehnter Jahrgang: 1899.

Fünftes Heft.

Berlin.
Verlag von Julius Springer.
1899.

Seit 1883 erscheinen

Mittheilungen aus den Königlichen technischen Versuchsanstalten

zu Berlin.

Herausgegeben im Auftrage der Königlichen Aufsichts-Kommission.

Jährlich 6—8 Hefte. — Preis für den Jahrgang M. 12,—.

Inhalt.

Seite

Bekanntmachung 209

1. Untersuchungen über den Einfluß des Blauwerdens auf die Festigkeit von Kiefernholz. Theil II. Vom stellvertr. Direktor und Vorsteher der Abtheilung für Metallprüfung, Professor M. Rudeloff . 209

2. Normalpapiere. Vom Vorsteher der Abtheilung für Papierprüfung W. Herzberg 240

3. Die Schäfferschen Papierversuche. Vom Vorsteher der Abtheilung für Papierprüfung W. Herzberg 251

1900

Cruh. i.p.t und

THE NEW YORK PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX AND TILDEN FOUNDATIONS

Mittheilungen

aus den

Königlichen technischen Versuchsanstalten

zu

Berlin.

Herausgegeben

im Auftrage . . . .

der Königlichen Aufsichts-Kommission.

Siebzehnter Jahrgang: 1899.

Sechstes Heft.

Berlin.
Verlag von Julius Springer.
1899.

Seit 1883 erscheinen

Mittheilungen aus den Königlichen technischen Versuchsanstalten

zu Berlin.

Herausgegeben im Auftrage der Königlichen Aufsichts-Kommission.

Jährlich 6—8 Hefte. — Preis für den Jahrgang M. 12,—.

Inhalt.

Seite

Bekanntmachung 253

1. Bericht über die Thätigkeit der Königlichen technischen Versuchsanstalten im Etatsjahre 1898/99 . . 253

2. Falzverlust und Widerstand gegen Zerknittern und Reiben. Vom Vorsteher der Abtheilung für Papierprüfung W. Herzberg 269

3. Einfluß des Bedruckens auf die Festigkeitseigenschaften von Papier. Von demselben 274

4. Linoleum. Von H. Burchartz, Ständiger Mitarbeiter der Abtheilung für Baumaterialprüfung . 285

Ergänzungshefte der „Mittheilungen“ 292

Verlag von Julius Springer in Berlin N.

Chemisch-technische
Untersuchungsmethoden.

Mit Benutzung der früheren
von Dr. Friedrich Böckmann bearbeiteten Auflagen,
und unter Mitwirkung von

C. Adam, L. Aubry, F. Barnstein, Th. Beckert, C. Bischof, O. Böttcher, C. Councler, K. Dieterich, K. Dümmler, A. Ebertz, C. v. Eckenbrecher, F. Erismann, F. Fischer, E. Gildemeister, R. Gnehm, O. Guttmann, E. Haselhoff, R. Henriques, W. Herzberg, D. Holde, W. Jettel, H. Köhler, E. O. v. Lippmann, J. Messner, C. Moldenhauer, G. S. Neumann, J. Pässler, O. Pfeiffer, O. Pufahl, G. Pulvermacher, H. Rasch, O. Schluttig, C. Schoch, G. Schüle, L. Tietjens, K. Windisch

herausgegeben
von

Dr. Georg Lunge,
Professor der technischen Chemie am Eidgenössischen Polytechnikum in Zürich.

Vierte, vollständig umgearbeitete und vermehrte Auflage.

In 3 Bänden.

Erster Band.

Mit 146 in den Text gedruckten Abbildungen.

Preis M. 16,—; in Halbleder gebunden M. 18,—.

Inhalt des ersten Bandes.

Allgemeiner Theil. Prof. Dr. Lunge, Zürich. — Technische Gasanalyse. Prof. Dr. Ferd. Fischer, Göttingen. — Brennstoffuntersuchung. Prof. Dr. Ferd. Fischer, Göttingen. — Fabrikation der schwefligen Säure, Salpetersäure und Schwefelsäure. Prof. Dr. Lunge, Zürich. — Sulfat- und Salzsäure-Fabrikation. Prof. Dr. Lunge, Zürich. — Fabrikation der Soda. Prof. Dr. Lunge, Zürich. — Die Industrie des Chlors. Prof. Dr. Lunge, Zürich. — Kalisalze. Chefchemiker Dr. Tietjens, Leopoldshall. — Cyanverbindungen. C. Moldenhauer, Fabrikdirektor, Frankfurt a. M. — Thonanalyse. Prof. Dr. Bischof, Wiesbaden. — Thonwaaren. K. Dümmler, Charlottenburg. — Thonerdepräparate. Prof. Dr. Lunge, Zürich. — Glas. Prof. C. Adam, Wien, k. k. Kunstgewerbeschule. — Die Mörtel-Industrie. Dr. C. Schoch, Berlin. — Die Luft. Prof. Dr. F. Erismann, Zürich. — Trink- und Brauchwasser. Prof. Dr. Erismann, Zürich — Prüfung des Wassers für Kesselspeisung u. a. techn. Zwecke. Prof. Dr. Lunge, Zürich. — Abwässer. Dr. E. Haselhoff, Münster i. W., Agrikulturchemische Versuchsstation. — Boden. Dr. E. Haselhoff, Münster i. W., Agrikulturchemische Versuchsstation.

(Band II wird zu Anfang und Band III etwa Mitte dieses Jahres zur Ausgabe gelangen.)

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Verlag von Julius Springer in Berlin N.

Elasticität und Festigkeit.

Die für die Technik wichtigsten Sätze und deren erfahrungsmässige Grundlage.

Von

C. Bach,

K. Württ. Baudirektor,

Professor des Maschinen-Ingenieurwesens an der K. Technischen Hochschule zu Stuttgart.

Mit in den Text gedruckten Abbildungen und 18 Tafeln in Lichtdruck.

Dritte, vermehrte Auflage.

In Leinwand gebunden Preis M. 16,—.

Die Hebezeuge.

Theorie und Kritik ausgeführter Konstruktionen mit besonderer Berücksichtigung der Elektrischen Anlagen.

Ein Handbuch für Ingenieure Techniker und Studirende.

Von

Ad. Ernst,

Professor des Maschinen-Ingenieurwesens an der Kgl. Technischen Hochschule zu Stuttgart.

Dritte neu bearbeitete Auflage.

Drei Bände. Mit über 1000 Textfiguren und 85 lithographirten Tafeln.

In 3 Leinwandbände gebunden Preis M. 60,—.

Fehland's

Ingenieur-Kalender 1900.

Für Maschinen- und Hütten-Ingenieure

herausgegeben von

Th. Beckert und **A. Pohlhausen.**

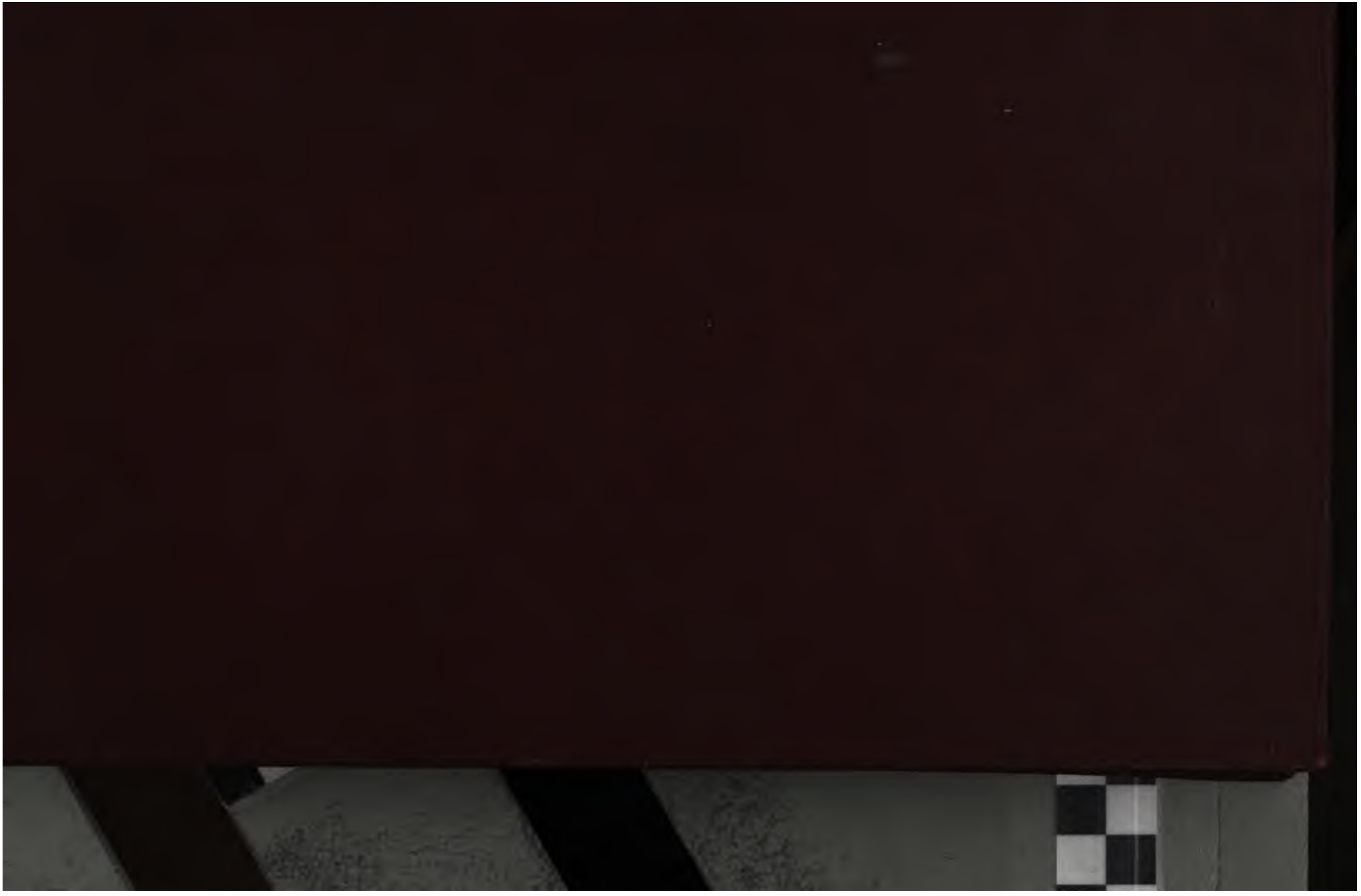
XXII. Jahrgang.

In zwei Theilen.

Mit zahlreichen Holzschnitten und einer Eisenbahnkarte.

I. Theil in Leder mit Klappe. — II. Theil geheftet. — Preis zus. M. 3,—.

Brieftaschen-Ausgabe mit Ledertaschen etc. Preis M. 4,—.

Wir empfehlen dieses bewährte und praktische Hülfsbuch allen Maschinen- und Hütten-Ingenieuren angelegentlichst. Der Kalender ist durch alle Buchhandlungen, auf Wunsch auch zur Ansicht, zu beziehen. Um Verwechslungen zu vermeiden, empfiehlt es sich, bei Bestellungen Herausgeber und Verleger mit anzugeben.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.